

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES**



**INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN
LA CIUDAD DE LINARES NUEVO LEÓN, MÉXICO**

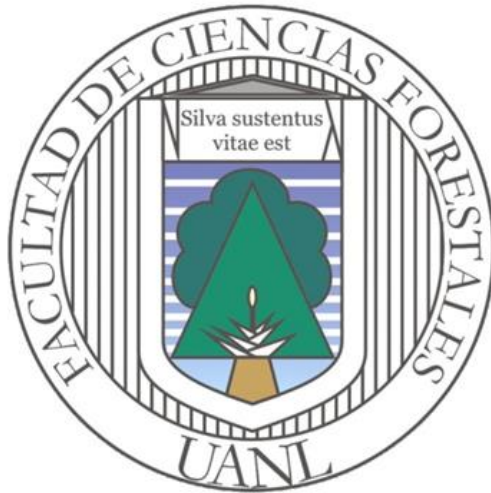
POR

CARLOS EDUARDO LEAL ELIZONDO

**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

NOVIEMBRE, 2019

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN
FACULTAD DE CIENCIAS FORESTALES
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**



**INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS VERDES
URBANAS EN LA CIUDAD DE LINARES NUEVO LEÓN, MÉXICO**

POR

CARLOS EDUARDO LEAL ELIZONDO

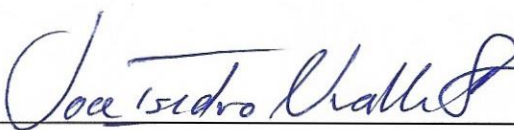
**COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO
DE MAESTRÍA EN CIENCIAS FORESTALES**

LINARES, NUEVO LEÓN, MÉXICO

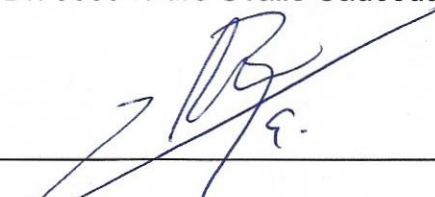
NOVIEMBRE, 2019

**INVENTARIO Y DIAGNÓSTICO DE LAS ÁREAS VERDES URBANAS EN LA
CIUDAD DE LINARES NUEVO LEÓN, MÉXICO.**

Aprobación de Tesis



Dr. José Isidro Uvalle Saucedo



Dr. Eduardo Alanís Rodríguez



Dr. Fortunato Garza Ocañas

NOVIEMBRE, 2019



*Nosotros debemos pensar
que somos una de las hojas
de un árbol, y el árbol es
toda la humanidad.*

*No podemos vivir los unos
sin los otros, sin el árbol.*

Pau Casals

Manifiesto que la presente investigación es original y fue desarrollada como requisito parcial para obtener el grado de Maestría en Ciencias Forestales donde se utiliza información de otros autores se otorgan los créditos correspondientes.



Carlos Eduardo Leal Elizondo

Noviembre 2019

AGRADECIMIENTOS

A la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Nuevo León, en la cual se destaca el personal docente que gracias a su dedicación nos enseñan los conocimientos y las habilidades necesarias para desarrollarnos mejor en nuestra vida laboral.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT), por haberme otorgado una beca, la cual fue de gran ayuda para el desarrollo de mi investigación.

A mi director de tesis al Dr. José Isidro Uvalle Saucedo por su incondicional apoyo en cada etapa del desarrollo de esta tesis, su paciencia, los grandes consejos que me brindo para lograr ser un gran profesionista, de igual modo le agradezco todo el tiempo brindado y el conocimiento compartido.

Al Dr. Eduardo Alanís Rodríguez le agradezco por su participación en la realización de esta tesis, por ayudarme en cualquier momento y por su amistad.

Dr. Fortunato Garza Ocañas por sus críticas certeras, el apoyo brindado en la tesis y por la amistad que me brindo en todo momento.

A mis padres Pedro Alejandro Leal Garza y Nelly Araceli Elizondo González agradecerles todo el cariño y el apoyo que me han brindado en todos estos años, por la confianza y la seguridad que me dan para realizar todos mis proyectos muchas gracias.

A la persona que amo con todo el corazón a mi esposa Eloina Camacho Zuñiga la cual siempre me ha brindado su apoyo incondicional, cariño, y aliento para seguir adelante, a darme fortaleza para cualquier dificultad que presente mi futuro, por todo eso y muchas cosas gracias por estar en mi vida.

A mi hermana Nelly Anahy Leal Elizondo que en todo este tiempo hemos sido un gran equipo de trabajo, dándonos apoyo, amistad y sobre todo respeto,

gracias por acompañarme en esta trayectoria de mi vida y agradecerte por revisar mi tesis haciéndome correcciones claves para su terminación.

A mi hermano Pedro Alejandro Leal Elizondo por darme apoyo, ánimo y consejos en momentos de mucho estrés los cuales fueron de gran ayuda para salir adelante y poder finalizar mis estudios.

A todas las personas que participaron en mi investigación y el apoyo conferido, las palabras de aliento y todo el compañerismo brindado en clases y fuera de ellas, gracias a Francisco Javier García, Erick Emmanuel Prado Barba y Jhoseline Abigail Uvalle Zamarripa por todo el apoyo otorgado.

DEDICATORIA

A Dios que nunca me dejó solo y me dio las fuerzas para seguir adelante en los momentos difíciles de mi vida te doy las gracias por acompañarme en la vida que me distes.

A mis padres Pedro Alejandro Leal Garza y Nelly Araceli Elizondo González por el sacrificio enorme que hicieron para darme el estudio, les agradezco cada momento que estuvieron a mi lado impulsándome a no rendirme, no tengo palabras para decirles muchas gracias por todo el amor, cariño que me dieron, muchísimas gracias.

A mi esposa Eloina Camacho Zuñiga por estar toda mi vida a mi lado dándome cariño y amor, gracias por confiar en mí y darme el soporte para seguir preparándome para darte una vida mejor gracias por todo “TE AMO”.

A mi hermana Nelly darle las gracias por la amistad y el gran apoyo que me has brindado en mis estudios, los consejos y el conocimiento ofrecido que me sirvió en la elaboración de mi tesis y por la elaboración del mapa de estudio.

A mi hermano Pedro agradecerte por las palabras de aliento, por estar siempre pendiente de mis trabajos y todo el cariño de hermano que siempre me has brindado.

A mis abuelitos Emelia Garza Moreno y José Agustín Leal Garza (†) que siempre los tengo en mi pensamiento les mando un abrazo y un beso haya en el cielo, a mi abuelita Bertha Nilda González Perales, por siempre cuidar de mí y enseñarme el buen camino en la vida y que sepa que siempre la voy a querer con todo el corazón.

ÍNDICE

RESUMEN	I
SUMMARY	II
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
2.1 Historia de las áreas verdes urbanas	3
2.2. Beneficios que otorgan las áreas verdes urbanas	4
2.2.3. Clima	4
2.2.4. Abatimiento de la contaminación	5
2.2.5. Ahorro de energía	5
2.2.6 Protección de cuencas y mantos acuíferos	6
2.2.7. Biodiversidad	6
2.2.8. Recreación y salud	6
2.2.9. Especies nativas y exóticas	7
2.2.10. Tipología de áreas verdes (PDU, 2006)	7
2.2.11. Área verde por habitante	8
3. JUSTIFICACIÓN	9
4. HIPÓTESIS	10
5. OBJETIVOS	10
5.1. Objetivo general	10
5.2. Objetivos específicos	10
6. MATERIALES Y MÉTODOS	11
6.1. Área de estudio	11
6.1.1. Descripción	11

6.1.2 Fisiografía (INEGI, 2009)	12
6.1.3 Climatología (INEGI, 2009)	12
6.1.4. Geología (INEGI, 2009)	12
6.1.5. Edafología (INEGI, 2009)	13
6.1.6. Hidrografía (INEGI, 2009)	13
6.1.7. Uso de suelo y vegetación (INEGI, 2009)	13
6.1.8. Uso potencial de la tierra (INEGI, 2009)	14
6.1.9. Zona Urbana (INEGI, 2009)	14
6.2. Levantamiento de información	14
6.3. Análisis de la información	15
7. RESULTADOS	18
7.1 Parámetros ecológicos	21
7.2 Diagnóstico del arbolado urbano de Linares, Nuevo León	24
8. DISCUSIÓN	33
9. CONCLUSIÓN	38
10. BIBLIOGRAFÍA	39
ANEXO	46

ÍNDICE DE TABLAS

1.	Descripción de las áreas de estudio	18
2.	Nombre científico, común, familia, número de individuos por especie y origen (nativo o introducido) de las especies arbóreas registradas en el área de estudio.	19
3.	Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia (N/S) e índice de valor de importancia (IVI) de las especies de las áreas verdes urbanas de Linares.	22
4.	Especies nativas, Nombre científico, Género, Familia y Número de Individuos presentes.	31
5.	Especies introducidas, Nombre científico, Género, Familia y Número de Individuos presentes.	32

ÍNDICE DE FIGURAS

1.	Localización del área de estudio.	11
2.	Suelo de uso circundante.	24
3.	Superficies adyacentes.	24
4.	Restricciones en el crecimiento de copa.	25
5.	Problemas, defectos y desordenes del crecimiento.	26
6.	Diferentes condiciones de las raíces.	27
7.	Tipos de variación en los fustes.	28
8.	Tipos de Ramificaciones.	29
9.	Tipos de Copa.	30
10.	Clasificación del arbolado.	31

LISTA DE SIMBOLOS Y ABREVIATURAS

A.P	Aparentemente poco suelo
A.S	Aparente suelo compacto
Ab_i	Área de copa de la especie i
AC	Área de copa
A_i	Abundancia absoluta
Árb.	Árboles
AR_i	Abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total
B.A	Brotes adventicios
C.A	Cemento agrietado
C.D	Copa desequilibrada
C.I	Corteza incrustada
C.L	Concreto levantado
$d_{1.30\text{ m}}$	Diámetro basal
D_i	Dominancia absoluta
D_{Mg}	Índice de Margalef
DR_i	Dominancia relativa de la especie i respecto a la dominancia total
E.P	Extremidad perdida
F.E	Follaje escaso
F.M	Follaje marchito
Fam.	Familia
F_i	Frecuencia absoluta
FR_i	Frecuencia relativa de la especie i respecto a la frecuencia total

h	Altura total
H'	Índice de Shannon & Wiener
I.C	Invadiendo cerca
\ln	Logaritmo natural
INEGI	Instituto Nacional de Estadística y Geografía
IVI	Índice de valor de importancia
L.G	Lesiones grandes
L.P	Lesiones por cuerdas o cables
$m^2.ha^{-1}$	Metros cuadrados por hectárea
n	Número de unidades muestrales
n	Número de veces de x especie que apareció en el muestreo
N	Total de unidades muestrales en toda la población
$N.ha^{-1}$	Número de individuos por hectárea
N.R	No restringida
N_i	Número de individuos de la especie i
NS	Número total de sitios de muestreo (ha)
ONU	Organización de las Naciones Unidas
P.A	Pavimento agrietado
P.A (m)	Promedio de alturas en metros
P.C (m)	Promedio de copas en metros
P.D (m)	Promedio de diámetros en metros
P.V	Presencia de vandalismo
P_i	Número de sitios en el que está presente la especie i

<i>pi</i>	Proporción de las especies
PNUMA	Programa de las Naciones Unidas para el Ambiente
R.A	Restringida hacia cables
R.B	Ramificación baja
R.C	Restringida hacia un camino
R.E	Raíces expuestas
R.H	Restringida hacia varios lados
R.O	Restos de hongos
R.P	Restringida hacia una propiedad
R.R	Raíces presionadas
R.Z	Ramas cruzadas
S	Superficie de muestreo en ha
S.P	Sin problemas
SEDESOL	Secretaría de Desarrollo Social
Sp.	Especies
Sup. (m ²)	Superficie en metros cuadrados
T.C	Tronco curvado
T.I	Tronco inclinado
T.M	Tallos múltiples
T.P	Tipo palma
T.P	Talón de poder
T.R	Tronco recto
U.V	Unión en V

RESUMEN

En la presente investigación se recabo información dasométricas y sanitaria de todas las áreas verdes urbanas del municipio de Linares Nuevo León; censando todos los individuos arbóreos presentes en las 21 plazas, 15 parque y 11 camellones, muestreando una superficie total de 280, 443 m² equivalente a 3.5 m².hab. El total del arbolado censado es de 2311 individuos pertenecientes a 26 familias, 39 géneros los cuales se dividen en 43 especies, las familias más representativas son Fabaceae y Arecaceae con 4 especies cada una, los géneros más distintivos son *Quercus* con 4 especies, *Pinus* y *Washingtonia* ambos con 2, la especie con mayor abundancia es *Fraxinus uhdei* con 27.18 N.ha⁻¹ teniendo un 32.97%, de igual manera la misma especie es la más dominante con 1158.07 m².ha⁻¹, a diferencia de la especie con mayor frecuencia fue *Quercus virginiana* encontrada en 35 áreas verdes urbanas teniendo un 15.84%. La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia fue *Fraxinus uhdei* con 29.18%, seguida de *Quercus virginiana* con 21.16% y *Washingtonia filifera* con 7%. En el área de estudio se registró un valor de índice de Shannon de $H' = 2.18$ y en el índice de Margalef de $D_{Mg} = 5.42$. De acuerdo a las variables de copa, ramificaciones y troncos se determinó la condición del estado actual de los árboles categorizándolos en bueno, regular y malo, encontrando el 98.66% (2280 individuos) en la categoría de bueno teniendo un 66% introducida y 34% nativos, el 1.30% (30 individuos) en la categoría de árboles regulares de los cuales el 77% son introducidas y el 23% nativas, la categoría de árboles malos con .04% teniendo un individuo perteneciendo a una especie introducida, dando un total de 28 especies introducidas y 15 nativas. Teniendo un déficit de áreas verdes por habitante al no acercarse al promedio de la ONU entre 9 y 11 m², de igual forma las especies presentan un buen estado.

SUMMARY

In the present investigation, health and sanitary information was collected from all the urban green areas of the municipality of Linares Nuevo León; census all arboreal individuals present in the 21 places, 15 park and 11 ridges, sampling a total area of 280, 443 m² equivalent to 3.5 m².hab. The total number of trees registered is 2311 individuals belonging to 26 families, 39 genera which are divided into 43 species, the most representative families are Fabaceae and Areaceae with 4 species each, and the most distinctive genera are *Quercus* with 4 species, *Pinus* and *Washingtonia* both with 2, the species with greater abundance is *Fraxinus uhdei* with 27.18 N.ha⁻¹ having 32.97%, in the same way the same species is the most dominant with 1158.07 m².ha⁻¹, unlike the species more frequently *Quercus virginiana* was found in 35 urban green areas with 15.84%. The species with the greatest ecological weight, according to the importance value index was *Fraxinus uhdei* with 29.18%, followed by *Quercus virginiana* with 21.16% and *Washingtonia filifera* with 7%. In the study area, a Shannon index value of $H' = 2.18$ was recorded and in the Margalef index of $D_{Mg} = 5.42$. According to the variables of crown, branches and trunks the condition of the current state of the trees was determined by categorizing them into good, regular and bad, finding 98.66% (2280 individuals) in the category of good having 66% introduced and 34% natives, 1.30% (30 individuals) in the category of regular trees of which 77% are introduced and 23% native, the category of bad trees with .04% having an individual belonging to an introduced species, giving a total of 28 introduced and 15 native species. Having a deficit of green areas per inhabitant by not approaching the UNO average between 9 and 11 m², similarly, the species present a good state.

1. INTRODUCCIÓN

El uso de la vegetación es tan antiguo como el ser humano mismo; la historia resalta el uso de las áreas verdes para la apropiación de espacios y la búsqueda de ambientes propicios para su desarrollo (Ochoa, 2009).

En México, como en otros países, el crecimiento del área urbana carece de una planificación que sea capaz de equilibrar los diversos aspectos de su crecimiento, lo cual origina problemas ambientales que son padecidos dentro de las ciudades (Sarukhán, 1981; Sorensen, 1996; Carreiro *et al.*, 2008; Santacruz, 2008).

La dasonomía urbana permite el estudio, manejo y conservación del arbolado mediante inventarios, pues facilita el reconocimiento de sus características, composición, densidad, estado físico y sanitario; a fin de determinar su situación actual, acciones necesarias de mantenimiento y de ser posible la elaboración de su programa de manejo (Sacksteder y Gerhold, 1979; Hitchings, 1981; Rivas-Torres, 2000).

Las áreas verdes urbanas interactúan con los componentes bióticos y abióticos del ecosistema urbano y favorecen el aumento en la calidad de vida de la población y del ambiente citadino, brindando diferentes beneficios ambientales tales como: la calidad del aire, retención de humedad en el ambiente, retención de suelo, infiltración del agua a los mantos acuíferos, absorción de contaminantes (gases tóxicos), reducción del ruido ocasionado por los automóviles, obras de construcción entre otras. (Kuchelmeister, 2000; Tovar-Rodríguez, 2005; Carreiro *et al.*, 2008; Suárez y Robles, 2008).

Los bosques urbanos proveen entornos estéticos agradables para la población, esto disminuye el estrés provocando una satisfacción de la vida diaria, esto impacta positivamente en las personas, teniendo mejor comunicación familiar y mejor rendimiento laboral, la sombra de los árboles reduce la radiación

ultravioleta reduciendo problemas de salud (Schroeder, 1989; Heisler *et al.*, 1995).

Cabe recalcar que las áreas verdes urbanas también generan problemas potenciales como: alto costo de establecimiento y mantenimiento, daños estructurales (banquetas, cableado de luz, ruptura de paredes comerciales o de casa habitación), actos vandálicos, entre otros. A su vez las personas buscan estos espacios para usarlos como tiraderos ya que en ocasiones las áreas verdes urbanas son abandonas (IDB, 1997).

2. ANTECEDENTES

2.1 Historia de las áreas verdes urbanas

El diseño urbano occidental se sustenta en diversos principios provenientes de doctrinas que datan de la antigüedad grecorromana redescubiertos en el Renacimiento y que constituyeron la Arquitectura y Urbanismo Neoclásico, que tuvo como objetivo fundamental construir ciudades racionales que hicieran felices a sus habitantes (Cano, 2007).

En los siglos XVII al XIX ocurrieron cambios estructurales en las sociedades, uno de ellos fue la Revolución Industrial, la cual condujo a una transformación paulatina en la fisionomía neoclásica de Europa y América en la segunda mitad del siglo XIX (Taylor, 1999).

Desde tiempos antiguos la flora y fauna han sido de gran importancia para los seres humanos, ya que representaban a distintas deidades; para los aztecas el árbol simboliza la metáfora de la soberanía, haciendo referencia al soberano como “el gran pochtli”, el ahuehuatl, que en náhuatl quiere decir “el viejo del agua” (Martínez y Chacalo, 1994).

Durante la época de la Intervención Francesa, México tuvo una gran expansión en áreas verdes urbanas en las cuales fueron elaborados calzadas, parques y jardines (Granados y Mendoza, 1992), una de ellas fue la Avenida del Imperio o Paseo de la Emperatriz, conocido hoy en día como Paseo de la Reforma.

El Ingeniero Miguel Ángel de Quevedo (1930-1940), fue llamado “el apóstol del árbol”, e iniciador del conservacionismo en México. Su labor en reforestaciones urbanas y suburbanas, introduciendo especies exóticas y conceptos hasta entonces no tomadas en cuenta, como la recuperación de áreas erosionadas (Granados y Mendoza, 1992), implementando la creación de plazas, parques,

viveros (vivero de Coyoacán) y la formación de la Sociedad Forestal Mexicana en 1921.

Las áreas verdes urbanas son elementos fundamentales para mejorar el bienestar de la población urbana, especialmente en grandes ciudades. Sin embargo, son escasas en las grandes ciudades de América Latina, producto de la historia de urbanización precaria y explosiva de la segunda mitad del siglo XX (Figueroa, 2009).

Debido a las altas tasas de urbanización, las áreas verdes son cada vez más importantes como espacios de interacción entre las personas y también con la naturaleza, generando oportunidades para una mayor interacción social (Maas *et al.*, 2009).

2.2. Beneficios que otorgan las áreas verdes urbanas

En el transcurso de la historia la visión puramente estética de los árboles en las ciudades, ahora se reconocen una gran serie de beneficios y funciones relacionadas con el clima, la contaminación, la protección de los recursos, la recreación, la salud y la arquitectura del paisaje (Rivas, 2001).

En algunos casos, estos beneficios pueden ser parcialmente eliminados debido a los problemas provocados por los mismos árboles, tales como la producción de polen, emisiones de compuestos orgánicos volátiles que contribuyen a la formación de ozono, generación de basura y consumo de agua.

A continuación, se describen los principales beneficios que aporta la vegetación urbana:

2.2.3. Clima

Los árboles contribuyen a la generación de microclimas en un rango de escalas, desde un árbol individual hasta un bosque urbano en la entera área metropolitana (Heisler *et al.*, 1995).

Las copas de los árboles tienen una gran participación en las corrientes de viento, teniendo una influencia de su velocidad y dirección; a su vez los árboles tienen una dramática atribución en la retención de la radiación solar en un 90% o más (Heisler, 1986).

La sombra del árbol puede ayudar a enfriar el ambiente local, evitando el calentamiento solar de algunas superficies artificiales que están debajo de la cubierta arbórea (edificios, aires acondicionados) y estos efectos conjuntos pueden reducir la temperatura el aire hasta 5°C (Akbari *et al.*, 1992).

2.2.4. Abatimiento de la contaminación

Los árboles remueven la contaminación de gases del aire, primariamente tomados a través de los estomas de las hojas, aunque algunos gases son removidos por la superficie de la planta (Smith, 1990), especialmente aquellos originados por los escapes de los vehículos y que constituyen una gran parte del smog urbano (Nowak & Childsl., 1996).

Los ruidos diversos que se encuentran en la zona urbana son amortiguados por los árboles, favoreciendo a no tener contaminación sonora, también interactúan con los malos olores que se pueden dar en las áreas urbanas dado que diferentes tipos de árboles generan buen aroma (Rivas, 2001). Cook (1978) señala que cinturones anchos (30 m) con árboles altos y densos pueden reducir los sonidos en un 50% o más.

2.2.5. Ahorro de energía

En la actualidad la mancha urbana tiene un crecimiento acelerado que provoca el aumento de la implementación de pavimento y cemento en los barrios con menor capacidad económica produciendo el efecto “isla de calor urbano”; el cual provoca problemas de salud, dado que no todas las familias tienen los recursos para adquirir un aire acondicionado. En las grandes ciudades, los edificios necesitan una gran cantidad de energía para poder enfriarlos, dicho proceso ocasiona una ola térmica sustancial, la cual aumenta la temperatura a sus alrededores (Smit, 1996).

Este efecto puede tener un remedio tras la creación de áreas verdes urbanas las cuales brindan un cambio en el microclima de las áreas con mayor densidad humana, estudios que se han realizado en Chicago muestran que al incrementar el arbolado de la ciudad en un 10%, se reduce el uso de energía para la calefacción y refrigeración entre un 5 y 10% (McPherson *et al.*, 1994).

2.2.6 Protección de cuencas y mantos acuíferos

Al interceptar y retener o disminuir el flujo de la precipitación pluvial que llega al suelo, los árboles urbanos (en conjunto con los suelos) pueden jugar una importante función en los procesos hidrológicos (Sanders, 1986). Los árboles funcionan como estructuras de retención/detención que son esenciales para muchas comunidades para optimizar estos beneficios hidrológicos; la cubierta arbórea debe ser incrementada en donde está relativamente baja, ya que esto ayudará a una mayor retención de agua la cual se filtrará en el suelo llegando a las raíces y a los mantos acuíferos (Sanders, 1986).

2.2.7. Biodiversidad

Las áreas verdes urbanas proporcionan un hábitat para un considerable número de especies de fauna, encontrando el resguardo en las copas de los árboles y el alimento en cestos de basura, comida tirada y personas que van a darles de comer aventándoles pan o comida para aves (Rivas, 2001).

La IUCN (1994) sostiene que las áreas verdes conservan la biodiversidad y las avenidas verdes (parques lineales) pueden servir de corredores biológicos para fauna.

2.2.8. Recreación y salud

Las áreas verdes son uno de los principales sitios para recreación en la mayoría de las ciudades, donde las actividades principales son: jugar futbol o voleibol, caminar o disfrutar de la relajación del entorno natural (González, 1996).

En las áreas verdes urbanas principales es el punto donde converge la gente para relacionarse socialmente, sentarse bajo la sombra a charlar o a comerse un snack.

La mejora de la calidad del aire tiene un impacto favorable para la salud física al contribuir con un ambiente estéticamente placentero y relajante las personas tienen un mejor ánimo para su trabajo y su familia (Nowak *et al.*, 1996). Los árboles están entre las características más importantes al contribuir a la calidad estética de calles residenciales y parques comunitarios (Schroeder, 1989).

Los árboles y bosques urbanos proveen experiencias emocionales y espirituales significativas que son extremadamente importantes en la vida de la gente y pueden conducir a un fuerte arraigo a lugares particulares y a los árboles (Chenoweth y Gobster, 1990; Dwyer *et al.*, 1991; Schroeder, 1991).

2.2.9. Especies nativas y exóticas

Estudios como el de Turner *et al.* (2005) han reportado que en las áreas verdes residenciales (fuertemente manejadas) hay un mayor número de especies de plantas exóticas (principalmente ornamentales), mientras que en zonas suburbanas, rurales y seminaturales se observa una disminución de la riqueza de estas especies, así como un aumento de las especies nativas.

Es de gran relevancia darles mayor valor a las especies nativas, las cuales por sus características fisiológicas y morfológicas ya se encuentran adaptadas a los agentes bióticos (plagas) y abióticos (temperatura, precipitación, suelo) ya sean benéficos o perjudiciales que se localizan en su rango de distribución.

2.2.10. Tipología de áreas verdes (PDU, 2006)

Parques: Espacio libre de uso público destinado a la recreación pasiva o activa, con predominancia de áreas verdes naturales, de dimensiones establecidas en los mínimos normativos, que puede tener instalaciones para el esparcimiento o para la práctica de un deporte.

Plazas: Áreas libres de uso público, su objetivo principal es ser un punto de encuentro y actividades públicas de la comunidad donde se da la integración familiar.

Camellones: Espacio abierto al costado de avenidas donde se puede trasladar los peatones o incluso en algunos en bicicleta, en estas áreas se proporciona áreas de descanso, teniendo en su mayoría árboles con grandes copas.

2.2.11. Área verde por habitante

En la actualidad las ciudades sufren una crisis ambiental que se refleja en la pérdida de áreas verdes, esto tiene como consecuencia daños perjudiciales a la salud de los ciudadanos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) recomienda entre 9 y 11 m² de área verde/habitante, sin embargo, los criterios para definir áreas verdes en las ciudades son diferentes. A su vez, la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE) planea incluir la medida de superficie de áreas verdes por habitante dentro de una serie de indicadores ambientales urbanos (ONU-Hábitat 2015; PNUMA, 2010).

La población urbana mundial pasó de 2.300 millones de personas en 1994 a 3.900 millones en 2014, y se prevé que ascienda a 6.300 millones para 2050 (ONU, 2014), por este crecimiento que se pronostica hay que tomar medidas para aumentar las áreas verdes urbanas, teniendo beneficios favorables para la sociedad.

Actualmente, las ciudades de América Latina solo ofrecen un promedio de 3.5 m² de área verde por habitante.

3. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad las áreas verdes urbanas tienen una gran importancia en la sociedad, dando un espacio de recreación familiar y un punto de reunión donde la sociedad converge; otorgando un sin fin de beneficios ecológicos, como lo es la retención de suelo, mitigación de la temperatura, reducción de la contaminación sonora, biodiversidad, mantos acuíferos y sociales como la recreación y la salud. Por esta razón se hacen estudios donde se censan todos los individuos arbóreos, con el fin de registrar y evaluar sus características como: estructura, composición, diversidad y daños sanitarios para conocer su vigorosidad y así, elaborar planes de manejo que coadyuven en el mejoramiento de las mismas. Algunos de los problemas que enfrentan las áreas verdes de nuestro país son el vandalismo, abandono, mal diseño, problemas con construcciones aledañas entre otros; aunado a la introducción de especies exóticas las cuales tienden a desplazar a las especies nativas por su belleza, influyendo de manera directa en el saqueo de plantas provocando daños mecánicos en su estructura y composición. Es por ello, que la generación de estos estudios es fundamental para llevar a cabo acciones contundentes en el manejo de las áreas verdes urbanas de la región.

4. HIPÓTESIS

Las especies nativas serán más abundantes presentando un buen estado al contrario de las especies introducidas.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo general

Realizar el censo-diagnóstico del estado sanitario de las áreas verdes urbanas de Linares, Nuevo León.

5.2. Objetivos específicos

- a) Censar todos los individuos presentes en el área de estudio y registrar información dasométrica como altura total (h), diámetro a la altura de pecho ($d_{1.30m}$) y área de copa (AC).
- b) Estimar las variables estructurales relativas de abundancia (AR_i), dominancia (DR_i), frecuencia (FR_i) e Índice de Valor de Importancia (IVI) de las especies en el área de estudio.
- c) Determinar la diversidad de especies mediante el índice de Shannon & Weiner.
- d) Determinar la riqueza específica de especies mediante el Índice de Margalef (D_{Mg}).
- e) Determinar la superficie de área verde por habitante (m^2 . habitante)
- f) Analizar las condiciones fisiológicas, sanitarias y las circunstancias ambientales de desarrollo en que se encuentra cada uno de los organismos arbóreos.

6. MATERIALES Y MÉTODOS

6.1. Área de estudio

6.1.1. Descripción

El municipio de Linares se encuentra entre los paralelos $24^{\circ} 33'$ y $25^{\circ} 10'$ de latitud norte; los meridianos $99^{\circ} 09'$ y $99^{\circ} 56'$ de longitud oeste; altitud entre 100 y 2500 m. Geográficamente limita en la parte norte con los municipios de Montemorelos y General Terán; al este con el municipio de General Terán y el estado de Tamaulipas; al sur con el estado de Tamaulipas; al oeste con los municipios de Iturbide y Rayones, ocupando el 4% de la superficie del estado de Nuevo León, conformada de 666 localidades con una población de 79,853 habitantes (INEGI, 2009; SEDESOL, 2017).

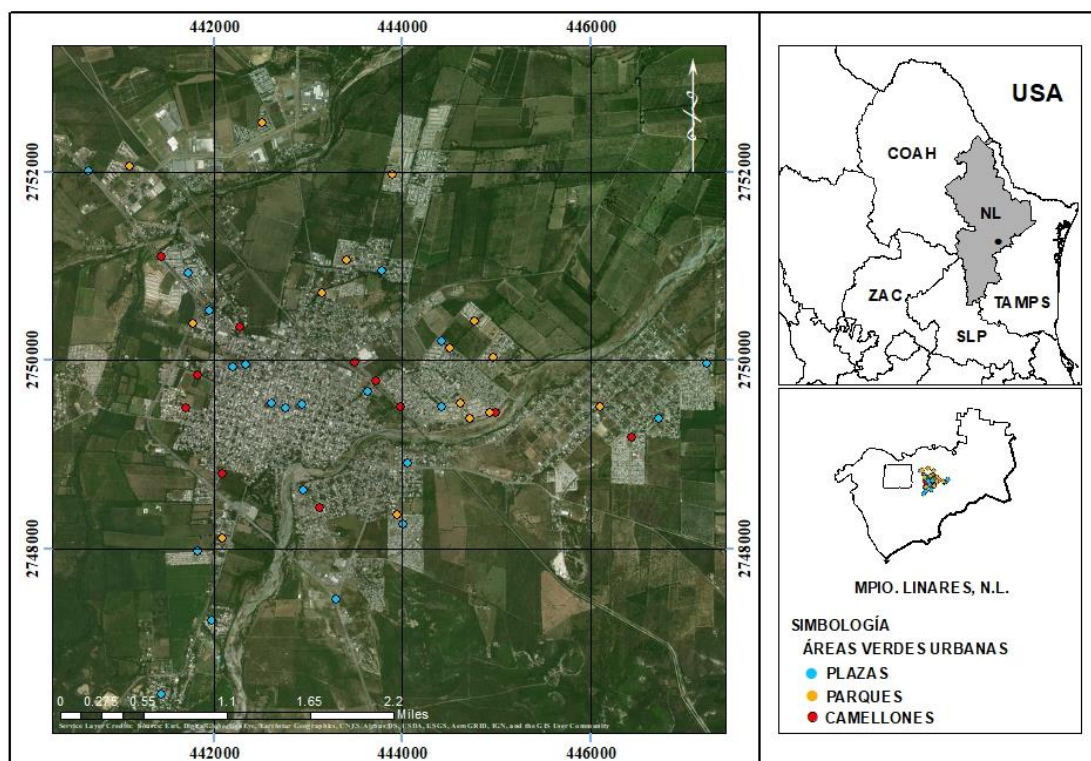


Figura 1. Localización del área de estudio.

6.1.2 Fisiografía (INEGI, 2009)

Provincia: Llanura Costera del Golfo Norte (78%), Sierra Madre Oriental (15%) y Grandes Llanuras de Norteamérica (7%).

Subprovincia: Llanuras y Lomeríos (77.9%), Gran Sierra Plegada (15%), Llanuras de Coahuila y Nuevo León (7%) y Sierra de San Carlos (0.1%).

Sistema de topoformas: Lomerío con Llanuras (68.9%), Sierra Plegada (15%), Lomerío con Bajadas (7%), Lomerío de Laderas Tendidas con Llanuras (7%), Lomerío Típico (2%) y Sierra alta con Lomerío (0.1%).

6.1.3 Climatología (INEGI, 2009)

Rango de temperatura: 16 - 24°C

Rango de precipitación: 500 – 1 100 mm

Clima: Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (61%), Semiseco muy cálido y cálido (22%), Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de humedad media (13%), Semiseco semicálido (3%), Templado subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad (0.7%), Semicálido subhúmedo con lluvias escasas todo el año (0.2%) y Semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de mayor humedad (0.1%).

6.1.4. Geología (INEGI, 2009)

Periodo: Cretácico (60%), Cuaternario (18%), Neógeno (16.5%), Paleógeno (5%) y Terciario (0.5%).

Roca: Sedimentaria: Lutita (46%), conglomerado (17%), caliza (7.9%), lutita-arenisca (6%), caliza-lutita (5%) y brecha sedimentaria (01%)

Suelo: Aluvial (18%).

6.1.5. Edafología (INEGI, 2009)

Suelo dominante: Vertisol (40.9%), Leptosol (28.5%), Regosol (9.9%), Calcisol (6.2%), Luvisol (0.1%), Chernozem (4.2%), Kastañozem (3.2%), Cambisol (1.2%), Fluvisol (0.2%) y Gypsisol (0.2%).

6.1.6. Hidrografía (INEGI, 2009)

Región hidrológica: San Fernando-Soto la Marina (100%).

Cuenca: R. San Fernando (98%) y R. Soto la Marina (2%).

Subcuenca: R. Limón (37%), A. Camacho (30%), R. Potosí (14%), R. Conchos (14%) R. San Lorenzo (3%) y R. Pílon (2%).

Corrientes de agua: Perennes: R. Camachito, R. Pablillo, R. La Pamona, R. La Lajilla, R. La Laja, R. Hualahuises, R. Conchos, R. Potosí, R. El Coronel y R. El Chocolate Intermitentes: Arroyo Anegado, R. El Tulillo, R. El Salado, R. Palo Blanco, R. Los Encinos, R. San Pedro, R. La Parida, R. Bagre, R. Ortega, R. Las Tablas, R. Las Cabras, R. El Encajonado, Arroyo Seco, R. El Cangrejo, R. Álamos, R. La Nutria, Arroyo Grande, R. La Rosita.

Cuerpos de agua: Presa José López Portillo (Cerro Prieto), P. El Porvenir, P. Las Colonias, P. El Pretil, P. La Estrella, P. El Cinco, P. Santa Rosa, P. San Juana, P. Gatos Güeros, P. La Ranchería, P. El Turco, P. Loma Cortada, P. La Piedra, y P. San Cristobal.

6.1.7. Uso de suelo y vegetación (INEGI, 2009)

Uso del suelo: Agricultura (49%) y zona urbana (1%).

Vegetación: Matorral (29.6%), bosque (16%), selva (4%) y pastizal (0.4%).

6.1.8. Uso potencial de la tierra (INEGI, 2009)

Agrícola: Para la agricultura mecanizada continua (58%) Para la agricultura con tracción animal continua (6%) Para la agricultura manual estacional (11%) No apta para la agricultura (25%).

Pecuario: Para el establecimiento de praderas cultivadas con maquinaria agrícola (58%). Para el aprovechamiento de la vegetación natural diferente del pastizal (17%). Para el aprovechamiento de la vegetación natural únicamente por el ganado caprino (25%).

6.1.9. Zona Urbana (INEGI, 2009)

La zona urbana está creciendo sobre suelos y rocas sedimentarias del Cuaternario, en lomeríos; sobre áreas donde originalmente había suelos denominados Vertisol; tienen clima semicálido subhúmedo con lluvias en verano, de menor humedad, y está creciendo sobre terrenos previamente ocupados por agricultura y matorrales.

6.2. Levantamiento de información

En el presente estudio se realizó un censo de todas las especies arbóreas en las áreas verdes urbanas (plazas, parques y camellones) de Linares N.L, se midieron las variables dasométricas como: diámetro altura de pecho ($d_{1.30m}$) empleando una forcípula, la altura total (h) se calculó con un hipsómetro, se midió la cobertura de copa tomando de referencia los puntos cardinales norte-sur y este-oeste mediante una cinta métrica. En la toma de datos sanitarios se utilizó un formato para encontrar daños morfológicos de las especies arbóreas y así ver el estado en que se encuentran, se llevó a cabo el registro de las coordenadas geográficas del área de estudio mediante la implementación de un GPS marca GARMIN.

6.3. Análisis de la información

Se estimó la abundancia relativa (AR_i), dominancia relativa (DR_i), frecuencia relativa (FR_i) e índice de valor de importancia relativa (IVI). Los cuales se describen a continuación con sus respectivas ecuaciones; además, se implementaron el Índice de Shannon & Weiner (H') (Shannon y Weiner, 1948) y el Índice de Margalef (Clifford y Stephenson, 1975).

Las ecuaciones empleadas para realizar los cálculos se describen a continuación:

Para estimar la abundancia relativa se aplicó la siguiente ecuación:

$$A_i = N_i / S \qquad AR_i = \left(\frac{A_i}{\sum_{i=1}^n A_i} \right) * 100$$

Donde A_i es la abundancia absoluta, AR_i es la abundancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, N_i es el número de individuos de la especie i , y S la superficie de muestreo (ha).

La dominancia relativa se evaluó mediante:

$$D_i = Ab_i / S(ha) \qquad DR_i = \left(\frac{D_i}{\sum_{i=1}^n D_i} \right) * 100$$

Donde D_i es la dominancia absoluta, DR_i es la dominancia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, Ab_i es el área de copa de la especie i , y S la superficie de muestreo (ha).

La frecuencia relativa se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$F_i = P_i / NS \qquad FR_i = \left(\frac{F_i}{\sum_{i=1...n} F_i} \right) * 100$$

Donde F_i es la frecuencia absoluta, FR_i es la frecuencia relativa de la especie i respecto a la abundancia total, P_i es el número de sitios en el que está presente la especie i , y NS número total de sitios de muestreo (ha).

El índice de valor de importancia (IVI) se define como:

$$IVI = \frac{AR_i + DR_i + FR_i}{3}$$

Índice de Shannon & Weiner (H') (Shannon y Weiner, 1948). Este índice se obtuvo mediante la siguiente ecuación:

$$H' = - \sum_{i=1}^S p_i * \ln(p_i) \qquad p_i = n_i / N$$

Donde:

S = número de especies presentes

P_i = proporción de las especies $p_i = n_i / N$

n_i = número de individuos de las especies i

N = número total de individuos.

Índice de Margalef (D_{Mg}) (Clifford y Stephenson, 1975) con la ecuación:

$$D_{Mg} = \frac{(S-1)}{\ln(N)}$$

Donde S es el número de especies presentes, \ln es el logaritmo natural y p_i es la proporción de las especies, n_i es el número de individuos de la especie i y N es el número total de individuos. Ambos índices cuentan con el mismo significado de variables.

Superficie de área verde por habitante (m². habitante)

Para la estimación de los metros cuadrados de área verde por habitante para el municipio de Linares, Nuevo León se implementó la siguiente ecuación:

$$\frac{\textit{Superficie de área verde}}{\textit{Número de habitantes}}$$

Para la toma de datos sanitarios del arbolado verde urbano se tomaron los siguientes parámetros:

Características del sitio

- Construcción
- Uso del suelo circundante
- Superficies adyacentes

Espacio de crecimiento

- Tipo
- Restricciones en el crecimiento de la copa

Problemas, defectos y desordenes del crecimiento

- Superficies adyacentes
- Raíces
- Tronco
- Ramificaciones
- Copa y follaje

7. RESULTADOS

Se evaluaron 47 áreas verdes urbanas de las cuales se catalogaron como plazas, parques y camellones teniendo 25, 15 y 11 respectivamente, en las áreas de estudio se encontraron 26 familias pertenecientes a 39 géneros y 43 especies. El área en la que se elaboró el censo y diagnóstico fue de 280,443 m². Los promedios de altura (P.A), diámetro (P.D) y copa (P.C) registrados para plazas, parques y camellones son 6.60 m, 21.83 cm y 5.86 m respectivamente (Tabla 1).

Tabla 1. Descripción de las áreas de estudio.

No.	Nombre de plazas	Árb.	Sp.	Fam.	P.A. (m)	P.D. (cm)	P.C. (m)	Tipo	Sup. (m ²)
1	Centro - Villegas	37	5	3	7.03	25.55	6.43	Plaza	9306
2	Gimnasio Provilleón	133	6	5	9.31	26.69	5.23	Parque	8041
3	Misión San Gerardo	40	4	3	4.11	6.59	2.79	Plaza	5049
4	Fidel Velázquez	28	2	2	4.85	8.21	3.33	Plaza	23262
5	Parque del Niño	89	14	13	7.69	24.48	6.35	Plaza	7165
6	Juárez	97	14	11	7.06	23.72	6.88	Plaza	4492
7	Fraccionamiento los Nogales	53	13	11	6.90	21.47	7.67	Parque	5946
8	Villegas	48	4	2	4.89	20.22	3.74	Plaza	8441
9	San Gerardo	43	3	3	7.70	23.52	6.60	Plaza	2131
10	La Alameda	50	8	6	6.39	14.98	5.81	Plaza	1919
11	Entrada de Linares	123	11	7	7.15	25.37	4.34	Plaza	10901
12	Petaca	148	2	2	6.68	22.60	5.34	Parque	9774
13	Camellón las Bugarvilias	25	1	1	9.21	46.07	7.27	Camellón	9177
14	Camellón Río Fomerrey	10	2	2	5.47	18.60	6.92	Camellón	735
15	Camellón Provilleón	23	6	6	8.75	35.17	7.94	Camellón	500
16	Camellón Villaseca	5	1	1	4.45	18.60	5.47	Camellón	511
17	El Cerrito 1	48	3	3	7.60	26.16	7.82	Parque	3808
18	El Cerrito 2	10	4	4	6.34	13.40	5.45	Plaza	4017
19	FOVISSSTE 2	26	4	4	7.02	26.50	5.95	Parque	2253
20	FOVISSSTE	15	2	2	6.93	20.77	7.02	Parque	8335
21	Fraccionamiento Ignacio Zaragoza	21	3	2	5.71	11.60	5.24	Parque	3331
22	Fraccionamiento Residencial el Nogalar	32	3	3	4.93	8.50	5.61	Parque	6618
23	Las Arboledas	14	3	3	5.45	12.71	5.21	Parque	7836
24	Las Brisas	35	7	6	4.50	8.41	4.68	Plaza	3546
25	Mendiola	31	2	2	7.40	21.71	5.79	Plaza	2163
26	Mirador	52	2	2	6.50	20.52	4.36	Plaza	21339
27	Niños Héroes	22	3	3	7.89	32.12	8.67	Parque	1452
28	Plaza de Armas	59	7	6	7.78	30.19	6.98	Plaza	4410

29	Plaza San Carlos	24	3	3	7.48	23.77	5.94	Plaza	1492
30	Plaza Porfirio Díaz	6	3	3	4.12	7.17	3.28	Plaza	268
31	Provilleón	105	14	12	8.41	23.83	6.81	Plaza	3784
32	Morones Prieto	32	4	2	7.02	24.98	5.82	Parque	2100
33	San Felipe	49	3	2	6.92	21.39	6.54	Parque	9636
34	Camellón Rodrigo Gómez	69	2	2	8.32	26.44	7.66	Camellón	6431
35	Villaseca	80	6	6	6.10	20.97	5.36	Plaza	6352
36	Cívica Miguel Hidalgo	43	7	7	7.88	28.04	8.31	Plaza	1304
37	Plaza Rodrigo Gómez	10	1	1	7.66	27.73	8.19	Plaza	771
38	Escultura de Gustavo Díaz Ordaz	61	2	2	6.75	26.08	6.18	Plaza	10091
39	Unidad Deportiva	232	2	2	6.90	26.98	6.36	Parque	43670
40	Los Nogales	10	3	2	5.85	13.70	5.75	Parque	5422
41	Camellón Delphi	12	2	2	2.90	8.17	2.28	Camellón	857
42	Camellón Bulevar Rodrigo Gómez	89	7	7	5.87	22.63	5.14	Camellón	2815
43	Fraccionamiento los Naranjos	8	4	4	5.73	15.88	5.54	Parque	1930
44	Camellón Polideportivo	12	2	2	5.07	14.39	5.06	Camellón	1161
45	Camellón de San Francisco	56	2	2	6.59	16.75	4.80	Camellón	1015
46	Camellón de la puente honda	32	9	8	7.45	36.65	6.11	Camellón	1781
47	Camellón Av. Provilleón	64	6	5	7.42	46.09	5.53	Camellón	3105
		2311	44	26	6.60	21.83	5.86	47.00	280443

De las 43 especies encontradas las familias más representativa fue Arecaceae con 4 especies, se registró el número de especies nativas e introducidas en el área siendo 15 especies nativas y 28 introducidas, las especies con mayor número de individuos son *Fraxinus uhdei*, *Quercus virginiana* y *Washingtonia filifera* con 762, 609 y 224 respectivamente (Tabla 2).

Tabla 2. Nombre científico, común, familia, número de individuos por especie y origen (nativo o introducido) de las especies arbóreas registradas en el área de estudio.

Nombre Científico	N. común	Familia	N	N/I
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	Fresno	Oleaceae	762	I
<i>Quercus virginiana</i> Mill.	Encino siempre verde	Fagaceae	609	N
<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. Wendl.	Palma Washingtonia	Arecaceae	224	I
<i>Washingtonia robusta</i> var. <i>gracilis</i> (Parish) Becc.	Palma Robusta	Arecaceae	166	I
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	Trueno	Oleaceae	96	I

<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	Nogal	Yuglandaceae	59	N
<i>Quercus polymorpha</i> Schltdl. & Cham.	Encino roble	Fagaceae	55	I
<i>Thuja occidentalis</i> L.	Thuja	Cupressaceae	54	I
<i>Platanus occidentalis</i> L.	Sicómoro	Moraceae	33	N
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Palma datilera	Arecaceae	25	I
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	Anacahuita	Boraginaceae	22	N
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Pino real	Pinaceae	22	I
<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	Chainis	Euphorbiaceae	19	I
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	Palma coco plumoso	Arecaceae	19	I
<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	Jabonero chino	Sapindaceae	13	I
<i>Bauhinia variegata</i> L.	Pata de vaca	Fabaceae	12	I
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	Jacaranda	Bignoniaceae	12	I
<i>Quercus shumardii</i> Buckley	Encino Cartamus	Fagaceae	9	I
<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr.	Mora americana	Moraceae	8	I
<i>Pithecellobium ebano</i> (Berland.) C.H. Mull.	Ébano	Leguminosae	8	N
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	Pirul	Anacardiaceae	8	I
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	Sabino	Taxodiaceae	8	N
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.	Barreta	Rutaceae	7	N
<i>Melia azederach</i> L.	Canelón	Winteraceae	7	I
<i>Diospyros texana</i> Scheele	Chapote prieto	Ebenaceae	6	N
<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	Árbol del potro	Caesalpinaceae	5	N
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	Leucaena	Leguminosae	5	I
<i>Salix humboldtiana</i> Willd..	Sauce	Salicaceae	5	N
<i>Sapindus saponaria</i> L.	Jaboncillo	Sapindaceae	5	N
<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Flamboyán	Fabaceae	4	I
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	Mezquite	Leguminosae	4	N
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	Palma pita	Asparagaceae	4	N
<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.)	Anacua	Boraginaceae	3	N
<i>Lysiloma candidum</i> Brandege	Palo blanco	Fabaceae	3	N
<i>Morus nigra</i> L.	Mora	Moraceae	2	I
<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	Palo de rosa	Bignoniaceae	1	I
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	Naranja	Rutaceae	1	I

<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	Eucalipto	Myrtaceae	1	I
<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	Laurel de indias	Moraceae	1	I
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	Pino halapensis	Pinaceae	1	I
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	Durazno	Rosaceae	1	I
<i>Punica granatum</i> L.	Granado	Lythraceae	1	I
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	Árbol casto	Lamiaceae	1	I

7.1 Parámetros ecológicos

Se registró una densidad de 82 N.ha⁻¹. La especie que presentó mayor abundancia fue *Fraxinus uhdei* con 27.18 N.ha⁻¹, que representó el 32.97% de la abundancia total. Las siguientes dos especies más abundantes fueron *Quercus virginiana* y *Washingtonia filifera* con un porcentaje de 26.35% y 9.69%, y las demás especies representaron un 30.98%.

La cobertura de copa de las áreas verdes urbanas (Parques, Plazas y Camellones) fue de 2,676.53 m².ha⁻¹, la especie con mayor dominancia fue *Fraxinus uhdei* con 1,158.07 m².ha⁻¹, seguida de la especie *Quercus virginiana* con 569.52 m².ha⁻¹ y *Carya illionensis* con 248.72 m².ha⁻¹, en conjunto las demás especies representaron el 700.22 m².ha⁻¹.

La especie con mayor frecuencia en las áreas verdes urbanas en fue *Quercus virginiana* presente en 35 áreas verdes de las 47 analizadas, con un porcentaje de 15.84%, seguido de la especie *Fraxinus uhdei* presente en 25 áreas verdes con un 11.31%, a su vez *Washingtonia filifera* en 16 áreas verdes con un porcentaje de 7.24%.

La especie con mayor peso ecológico, según el índice de valor de importancia es *Fraxinus uhdei* con 29.18%, los siguientes son *Quercus virginiana* con el 21.16% y *Washingtonia filifera* con un valor de 7%, estas tres especies representan el 57.34%. Las especies que tuvieron el peso ecológico menor son *Citrus sinensis*, *Punica granatum*, *Prunus persica* y *Chilopsis linearis* con el 0.17% en su conjunto.

Tabla 3. Abundancia ($N \cdot ha^{-1}$), dominancia ($m^2 \cdot ha^{-1}$), frecuencia (N/S) e índice de valor de importancia (IVI) de las especies de las áreas verdes urbanas de Linares.

Núm.	Especie	Abundancia		Dominancia		Frecuencia		Valores de importancia	
		N/ha	%	m ² /ha	%	N/S itio	%	IVI	IVI rel
762	<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	27.18	32.97	1158.07	43.27	25	11.47	87.71	29.24
609	<i>Quercus virginiana</i> Mill.	21.72	26.35	569.52	21.28	35	16.06	63.69	21.23
224	<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. Wendl.	7.99	9.69	108.90	4.07	16	7.34	21.10	7.03
166	<i>Washingtonia robusta</i> var. <i>gracilis</i> (Parish) Becc.	5.92	7.18	92.40	3.45	15	6.88	17.52	5.84
96	<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	3.42	4.15	74.19	2.77	5	2.29	9.22	3.07
59	<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	2.10	2.55	248.72	9.29	10	4.59	16.43	5.48
55	<i>Quercus polymorpha</i> Schtdl. & Cham.	1.96	2.38	45.16	1.69	12	5.50	9.57	3.19
54	<i>Thuja occidentalis</i> L.	1.93	2.34	40.26	1.50	4	1.83	5.68	1.89
33	<i>Platanus occidentalis</i> L.	1.18	1.43	35.18	1.31	3	1.38	4.12	1.37
25	<i>Phoenix dactylifera</i> L.	0.89	1.08	37.49	1.40	1	0.46	2.94	0.98
22	<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	0.78	0.95	12.52	0.47	10	4.59	6.01	2.00
22	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	0.78	0.95	22.9	0.86	2	0.92	2.72	0.91
19	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	0.68	0.82	17.69	0.66	3	1.38	2.86	0.95
19	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	0.68	0.82	10.17	0.38	6	2.75	3.95	1.32
13	<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	0.46	0.56	12.80	0.48	4	1.83	2.88	0.96
12	<i>Bauhinia variegata</i> L.	0.43	0.52	14.73	0.55	4	1.83	2.90	0.97
12	<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	0.43	0.52	20.64	0.77	3	1.38	2.67	0.89
9	<i>Quercus shumardii</i> Buckley	0.32	0.39	12.88	0.48	1	0.46	1.33	0.44
8	<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr.	0.29	0.35	12.35	0.46	3	1.38	2.18	0.73
8	<i>Pithecellobium ebano</i> (Berland.) C.H. Mull.	0.29	0.35	17.95	0.67	7	3.21	4.23	1.41
8	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	0.29	0.35	8.72	0.33	2	0.92	1.59	0.53
8	<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	0.29	0.35	21.24	0.79	5	2.29	3.43	1.14
7	<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.	0.25	0.30	0.98	0.04	2	0.92	1.26	0.42
7	<i>Melia azederach</i> L.	0.25	0.30	10.73	0.40	4	1.83	2.54	0.85
6	<i>Diospyros texana</i> Scheele	0.21	0.26	2.56	0.10	1	0.46	0.81	0.27
5	<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	0.18	0.22	4.23	0.16	2	0.92	1.29	0.43
5	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	0.18	0.22	9.30	0.35	4	1.83	2.40	0.80
5	<i>Salix humboldtiana</i> Willd..	0.18	0.22	2.34	0.09	4	1.83	2.14	0.71
5	<i>Sapindus saponaria</i> L.	0.18	0.22	4.82	0.18	3	1.38	1.77	0.59
4	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	0.14	0.17	4.23	0.16	3	1.38	1.71	0.57
4	<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	0.14	0.17	15.09	0.56	3	1.38	2.11	0.70
4	<i>Yucca filifera</i> Chabaud	0.14	0.17	4.30	0.16	2	0.92	1.25	0.42
3	<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.)	0.11	0.13	6.50	0.24	2	0.92	1.29	0.43
3	<i>Lysiloma candidum</i> Brandegee	0.11	0.13	3.02	0.11	2	0.92	1.16	0.39
2	<i>Morus nigra</i> L.	0.07	0.09	2.73	0.10	2	0.92	1.11	0.37
1	<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	0.04	0.04	0.65	0.02	1	0.46	0.53	0.18
1	<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	0.04	0.04	0.26	0.01	1	0.46	0.51	0.17
1	<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	0.04	0.04	4.88	0.18	1	0.46	0.68	0.23
1	<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	0.04	0.04	0.91	0.03	1	0.46	0.54	0.18
1	<i>Pinus halepensis</i> Mill.	0.04	0.04	2.29	0.09	1	0.46	0.59	0.20

1	<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	0.04	0.04	0.58	0.02	1	0.46	0.52	0.17
1	<i>Punica granatum</i> L.	0.04	0.04	0.28	0.01	1	0.46	0.51	0.17
1	<i>Vitex agnus-castus</i> L.	0.04	0.04	1.37	0.05	1	0.46	0.55	0.18
		82	100	2676.53	100	218	100	300	100

Al aplicar el índice de biodiversidad de especies de Shannon-Wiener se obtuvo un valor de $H' = 2.18$, al correr el índice de riqueza de especies de Margalef dio como resultado $D_{Mg} = 5.42$.

Las áreas verdes urbanas del municipio de Linares conforman una superficie de 280,443 m², y una población de 79,853 habitantes dando como resultado un promedio de 3.5 m² por habitante.

7.2 Diagnóstico del arbolado urbano de Linares, Nuevo León

En las diferentes áreas verdes se muestra el uso circundante, teniendo como resultado 43 áreas verdes con uso de suelo residencial, 3 áreas con uso comercial y una sola área con uso de suelo industrial (Figura 2).

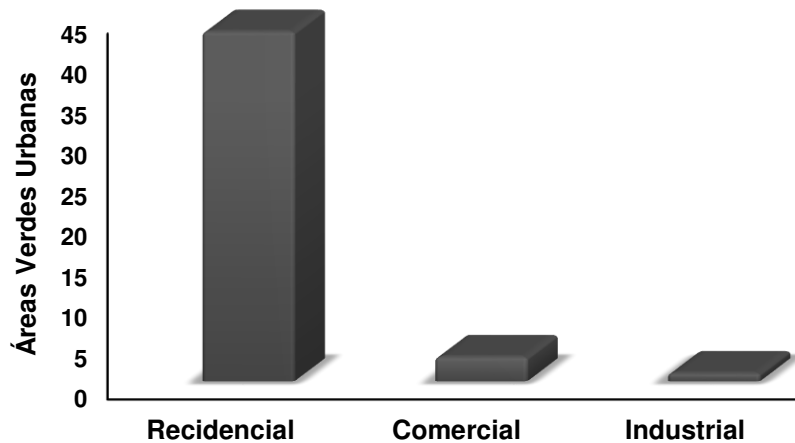


Figura 2. Suelo de uso circundante.

Las áreas verdes urbanas tienen diferente tipo de superficies adyacentes como: el estar sellado con concreto, no sellado y suelo desnudo, en la Figura 3, se aprecia la diferencia entre las plazas, parques y camellones.

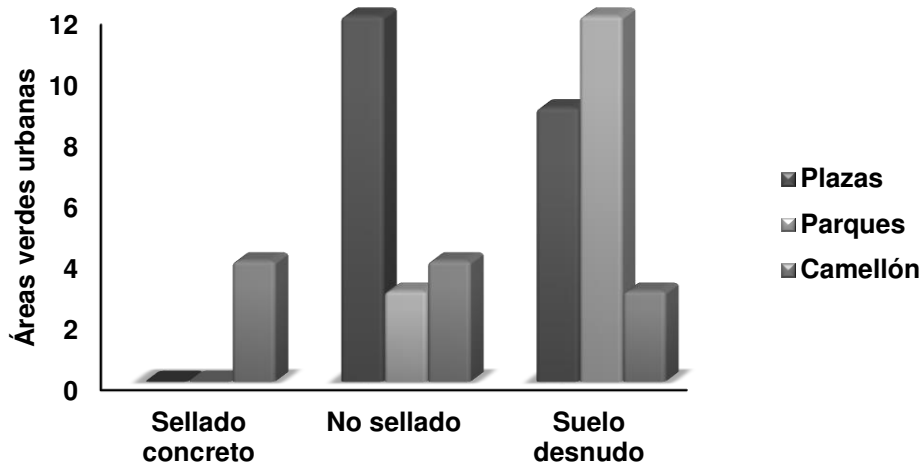
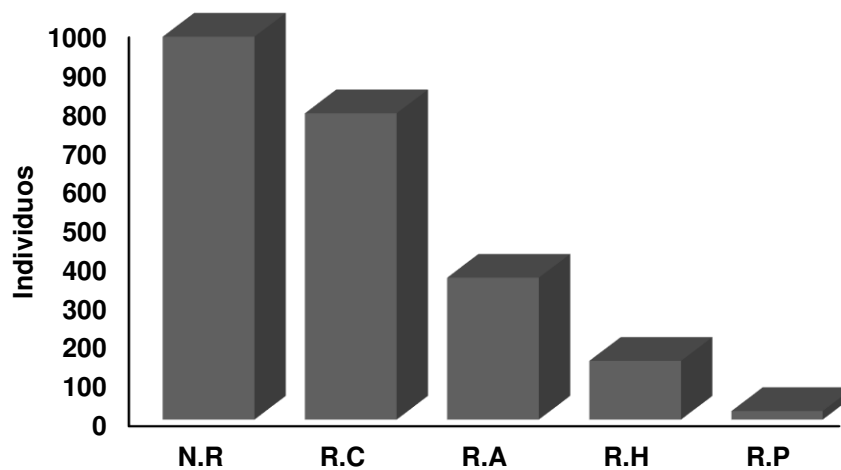


Figura 3. Superficies adyacentes.

Los camellones son las áreas verdes con mayor tipo de suelo sellado por concreto teniendo 4 áreas, a su vez las plazas tienen el mayor número de áreas no selladas con 12 y la mayor cantidad de áreas verdes urbanas encontradas con suelo desnudo pertenece a los parques obteniendo 12 con este tipo de superficies adyacentes.

En los diferentes tipos de áreas verdes urbanas las restricciones en el crecimiento de la copa son: no restringida, restringida hacia una propiedad, restringida hacia un camino, restringida hacia cables y restringida hacia varios lados (Figura 4).

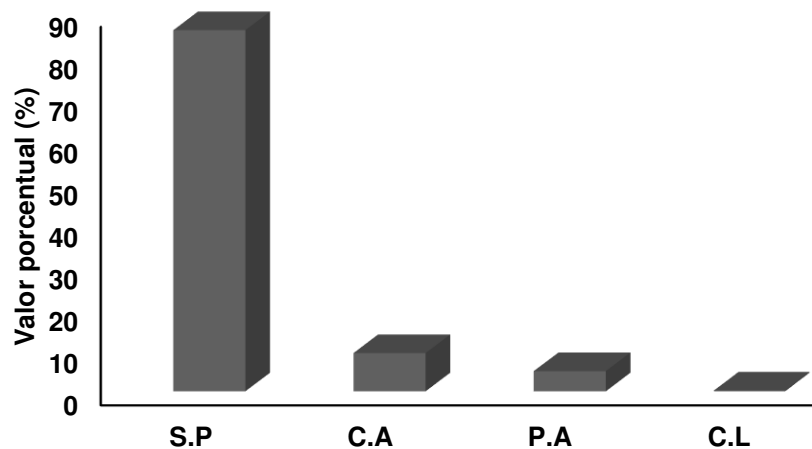


Nota: N.R (No restringida), R.C (Restringida hacia un camino), R.A (Restringida hacia cables), R.H (Restringida hacia varios lados), R.P (Restringida hacia una propiedad).

Figura 4. Restricciones en el crecimiento de copa.

En el crecimiento de copa no restringida se contabilizaron 985 individuos, teniendo a *Quercus virginiana*, como la más abundante, en restringida hacia un camino se encontró 788 individuos, teniendo mayor número la especie *Fraxinus uhdei*, en restricción hacia cables con 365 individuos en restricción hacia cables, 151 individuos se encontraron con restricción hacia ambos lados y 22 individuos con restricción hacia una propiedad, en las últimas 3 variables la especie con mayor presencia fue *Fraxinus uhdei*.

En el desarrollo de los árboles se pueden encontrar problemas, defectos y desordenes de crecimiento como: árbol sin problema, cemento agrietado, pavimento agrietado y concreto levantado (Figura 5).

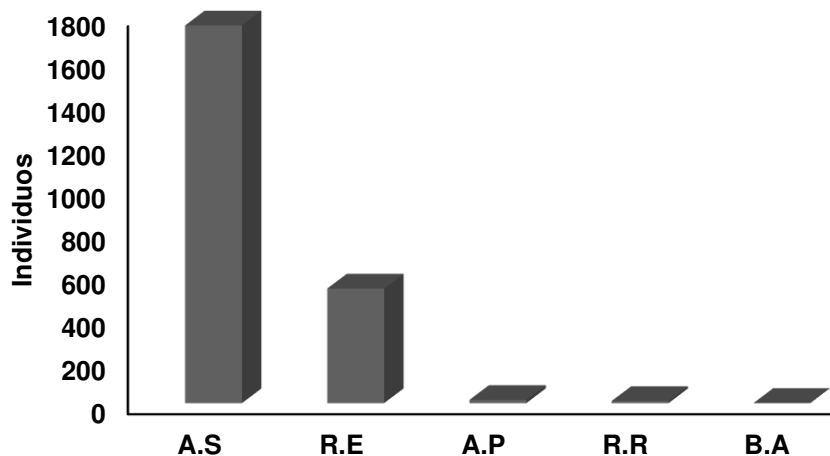


Nota: S.P (Sin problemas), C.A (Cemento agrietado), P.A (Pavimentó agrietado), C.L (Concreto levantado).

Figura 5. Problemas, defectos y desordenes del crecimiento.

Los individuos que presentaron mayor porcentaje se localizaron sin tener problemas con un 85.9%, seguido de un 9.1% en concreto o cemento agrietado, un 4.8% en pavimento agrietado y en concreto levantado un 0.2%.

Las diferentes especies tienen diferencias en la morfología de sus raíces y por las condiciones que se encuentran en las áreas verdes urbanas pueden ser modificadas como: aparentemente suelo compacto, raíces expuestas, aparentemente poco suelo, raíces presionadas y brotes de adventicios como se muestra en el Figura 6.

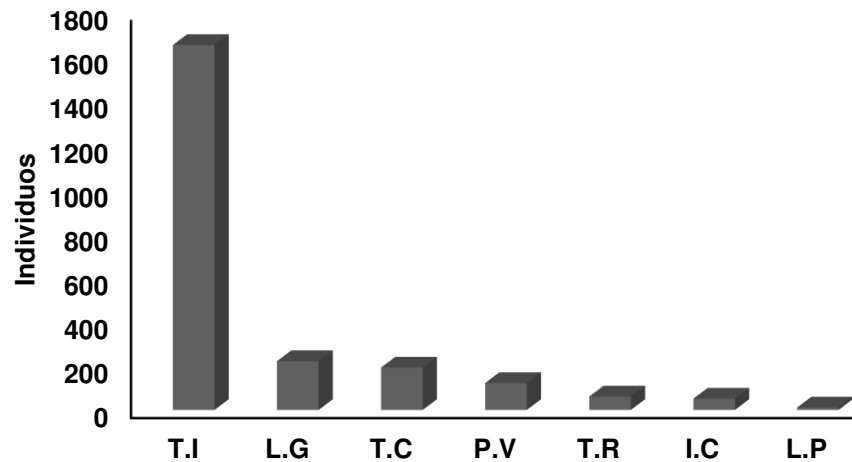


Nota: A.S (Aparentemente suelo compacto), R.E (Raíces expuestas), A.P (Aparentemente poco suelo), R.R (Raíces presionadas), B.A (Brotos de adventicios).

Figura 6. Diferentes condiciones de las raíces.

El mayor número de individuos se encontró con suelo compacto teniendo 1753 individuos, como la especie más representativa en esta variable fue *Quercus virginiana*, en la segunda variable raíces expuestas se encontraron 532 individuos teniendo a la especie *Quercus virginiana* como la más representativa, en la variable de poco suelo se encontraron 15 individuos, 10 individuos en raíces presionadas y donde se encontró la menor cantidad de individuos fue en brotes adventicios encontrando un solo individuo, en las últimas tres variables la especie que demostró mayor presencia fue *Fraxinus uhdei*.

En las áreas verdes urbanas los individuos presentan diferentes variaciones en los fustes como: tronco inclinado, lesiones grandes, tronco curvado, presencia de vandalismo, tronco recto, invadiendo cera y lesiones por cuerdas o cables, los siguientes datos se muestran en la Figura 7.

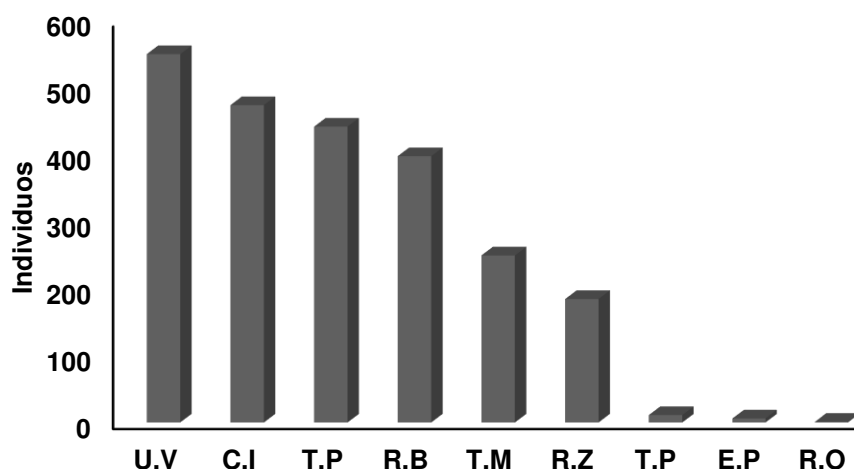


Nota: T.I (Tronco inclinado), L.G (Lesiones grandes), T.C (Tronco curvado), P.V (Presencia de vandalismo), T.R (Tronco recto), I.C (Invadiendo cerca), L.P (Lesiones por cuerdas o cables).

Figura 7. Tipos de variación en los fustes.

En la variable de fustes inclinados se encontraron 1,653 individuos, por lesiones grandes un total de 221, en árboles curvados 192 individuos, 122 individuos con presencia de vandalismo, 61 individuos con el fuste recto, en fustes invadiendo la cera 51 individuos y lesiones por cuerdas o cables se contabilizaron 11.

Cada individuo en particular muestra una variación en las ramificaciones teniendo diversos tipos como: unión en V, corteza incrustada, tipo palma, ramificación baja, tallos múltiples, ramas cruzadas, talón de poder, extremidad perdida y restos de hongos mostrados en la Figura 8.

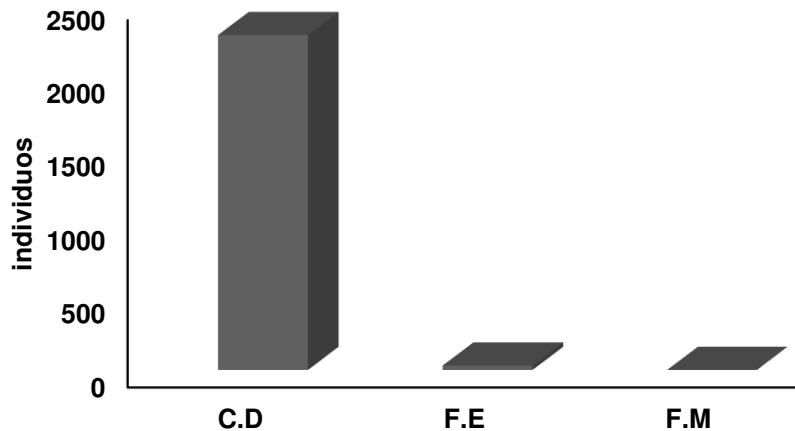


Nota: U.V (Unión en V), C.I (Corteza incrustada), T.P (Tipo palma), R.B (Ramificación baja), T.M (Tallos múltiples), R.Z (Ramas cruzadas), T.P (Talón de poder), E.P (Extremidad perdida) y R.O (Restos de Hongos).

Figura 8. Tipos de Ramificaciones.

En las áreas de estudio se encontraron 549 individuos con unión en V, con corteza incrustada un total de 473, en la ramificación de tipo lama se encuentran 441 individuos, en la categoría de ramificaciones bajas se obtuvieron 397 individuos, los árboles que presentaron tallos múltiples fueron 249, los individuos con ramas cruzadas son 184, y con menor número de individuos se presenta talón de poder, extremidad perdida y restos de hongos contando con 11, 6 y 1 respectivamente.

Los individuos arbóreos presentan diferente conformación en la copa y follaje dado a diferentes factores como construcciones, cables de electricidad, entre otros, los cuales modifican la morfología de la copa llevando a las siguientes formas como: copa desequilibrada, follaje escaso y follaje marchito (Figura 9).



Nota: C.D (Copa desequilibrada), F.E (Follaje escaso) y F.M (Follaje marchito).

Figura 9. Tipos de Copa.

La mayoría de los individuos se encontró en la variable de copa desequilibrada con 2280 individuos, seguida de follaje escaso con 30 y follaje marchito con solo un individuo.

De acuerdo a las variables de copa, ramificaciones y troncos se determinó la condición del estado actual de los árboles categorizándolos en bueno, regular y malo, encontrando el 98.66% (2280 individuos) en la categoría de bueno teniendo un 66% introducida y 34% nativos, el 1.30% (30 individuos) en la categoría de árboles regulares de los cuales el 77% son introducidas y el 23% nativas, la categoría de árboles malos con .04% teniendo un individuo perteneciendo a una especie introducida los siguientes datos se encuentran en el Figura 10, Tabla 4 y 5.

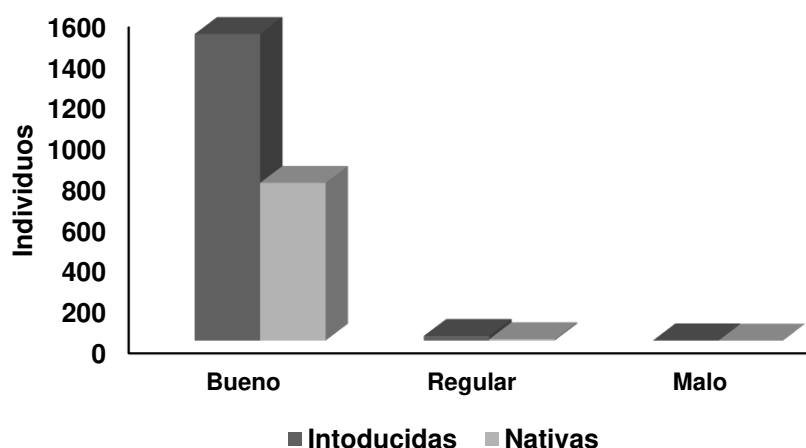


Figura 10. Clasificación del arbolado.

Tabla 4. Especies nativas, Nombre científico, Género, Familia y Número de Individuos presentes.

Nombre Científico	Género	Familia	Núm.
<i>Quercus virginiana</i> Mill.	<i>Quercus</i>	Fagaceae	609
<i>Carya illinoensis</i> (Wangenh.) K. Koch	<i>Carya</i>	Juglandaceae	59
<i>Platanus occidentalis</i> L.	<i>Platanus</i>	Moraceae	33
<i>Cordia boissieri</i> A. DC.	<i>Cordia</i>	Boraginaceae	22
<i>Pithecellobium ebano</i> (Berland.) C.H. Mull.	<i>Pithecellobium</i>	Leguminaceae	8
<i>Taxodium mucronatum</i> Ten.	<i>Taxodium</i>	Taxodiaceae	8
<i>Helietta parvifolia</i> (A. Gray ex Hemsl.) Benth.	<i>Helietta</i>	Rutaceae	7
<i>Diospyros texana</i> Scheele	<i>Diospyros</i>	Ebenaceae	6
<i>Caesalpinia mexicana</i> A. Gray	<i>Caesalpinia</i>	Caesalpinaceae	5
<i>Salix humboldtiana</i> Willd..	<i>Salix</i>	Salicaceae	5
<i>Sapindus saponaria</i> L.	<i>Sapindus</i>	Sapindaceae	5
<i>Prosopis laevigata</i> (Humb. & Bonpl. ex Willd.) M.C. Johnst.	<i>Prosopis</i>	Leguminaceae	4
<i>Yucca filifera</i> Chabaud	<i>Yucca</i>	Asparagaceae	4
<i>Ehretia anacua</i> (Terán & Berland.)	<i>Ehretia</i>	Boraginaceae	3
<i>Lysiloma candidum</i> Brandege	<i>Lysiloma</i>	Fabaceae	3

Tabla 5. Especies introducidas, Nombre científico, Género, Familia y Número de Individuos presentes.

Nombre Científico	Género	Familia	N
<i>Fraxinus uhdei</i> (Wenz.) Lingelsh.	<i>Fraxinus</i>	Oleaceae	762
<i>Washingtonia filifera</i> (Linden ex André) H. Wendl.	<i>Washingtonia</i>	Arecaceae	224
<i>Washingtonia robusta</i> var. <i>gracilis</i> (Parish) Becc.	<i>Washingtonia</i>	Arecaceae	166
<i>Ligustrum japonicum</i> Thunb.	<i>Ligustrum</i>	Oleaceae	96
<i>Quercus polymorpha</i> Schltld. & Cham.	<i>Quercus</i>	Fagaceae	55
<i>Thuja occidentalis</i> L.	<i>Thuja</i>	Cupressaceae	54
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	<i>Phoenix</i>	Arecaceae	25
<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	<i>Pinus</i>	Pinaceae	22
<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	<i>Sapium</i>	Euphorbiaceae	19
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	<i>Syagrus</i>	Arecaceae	19
<i>Koelreuteria paniculata</i> Laxm.	<i>Koelreuteria</i>	Sapindaceae	13
<i>Bauhinia variegata</i> L.	<i>Bauhinia</i>	Fabaceae	12
<i>Jacaranda mimosifolia</i> D. Don	<i>Jacaranda</i>	Bignoniaceae	12
<i>Quercus shumardii</i> Buckley	<i>Quercus</i>	Fagaceae	9
<i>Fallopia japonica</i> (Houtt.) Ronse Decr.	<i>Fallopia</i>	Moraceae	8
<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	<i>Schinus</i>	Anacardiaceae	8
<i>Melia azederach</i> L.	<i>Melia</i>	Winteraceae	7
<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	<i>Leucaena</i>	Leguminosae	5
<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	<i>Delonix</i>	Fabaceae	4
<i>Morus nigra</i> L.	<i>Morus</i>	Moraceae	2
<i>Chilopsis linearis</i> (Cav.) Sweet	<i>Chilopsis</i>	Bignoniaceae	1
<i>Citrus sinensis</i> (L.) Osbeck	<i>Citrus</i>	Rutaceae	1
<i>Eucalyptus globulus</i> Labill.	<i>Eucalyptus</i>	Myrtaceae	1
<i>Ficus microcarpa</i> L. f.	<i>Ficus</i>	Moraceae	1
<i>Pinus halepensis</i> Mill.	<i>Pinus</i>	Pinaceae	1
<i>Prunus persica</i> (L.) Batsch	<i>Prunus</i>	Rosaceae	1
<i>Punica granatum</i> L.	<i>Punica</i>	Lythraceae	1
<i>Vitex agnus-castus</i> L.	<i>Vitex</i>	Lamiaceae	1

8. DISCUSIÓN

En la presente investigación se censó 2,311 árboles, que son representados en 43 especies, 39 géneros y 26 familias, estos resultados son ligeramente más altos a los encontrados en el estudio realizado por Aguillón y Castillo (1999) quienes registraron 525 árboles pertenecientes a 39 especies, ubicadas en 19 familias en el año 1995, además en el año 1999, registraron 992 árboles de 49 especies representando 27 familias. En otro estudio, Alanís (2005) inventarió 115 especies, alusivo a 73 géneros y 37 familias, a su vez Alanís *et al.*, (2014) censó 166 individuos que pertenecientes a 39 especies.

En el estudio elaborado por Hernández (2018) se censaron 1,190 árboles pertenecientes a 125 especies distribuidas en 97 géneros y 44 familias, a su vez Saavedra *et al.*, (2016) evaluó 760 árboles de los cuales son pertenecientes a 12 especies que se distribuyen en 11 géneros y 10 familias, Alonso y Quiroz (2008) censaron 2,346 árboles representados por un total de 68 especies. En la investigación de Sosa *et al.*, (2011) registraron 19 especies de árboles agrupados en 22 géneros, dentro de 16 familias, dando un total de 305 individuos. En el análisis realizado por Macías (2019) en 10 parques obtuvo 134 árboles pertenecientes a 13 especies los cuales corresponden a 10 familias.

Cordoncillo (2013) encontró un total de 778 individuos distribuidos en 33 especies y 17 familias, en el trabajo de Hernández *et al.*, (2017) se registraron 121 árboles, agrupados en 15 especies y 11 familias, a la par Paredes (2017) evaluó 285 árboles los cuales pertenecían a 95 especies distribuidas en 87 géneros, referentes a 43 familias.

En cuanto a la similitud o discrepancia con otras investigaciones encontramos diferencias en la cantidad de árboles registrados, presentando cantidades menores a las de Alonso & Quiroz (2008) por una diferencia de 35 individuos, y mayores a las de Aguillón & Castillo (1999), Alanís (2005), Alanís *et al.*, (2014), Hernández (2018), Saavedra *et al.*, (2016), Sosa *et al.*, (2011), Macías (2019),

Cordoncillo (2013), Hernández *et al.*, (2017), Paredes (2017) con un rango de cantidades que oscilan entre los 1121 – 2196 individuos arbóreos.

Las familias registradas en las investigaciones indican que Hernández (2018), Paredes (2017), Alanís (2005), Aguillón & Castillo (1999), presentaron cantidades mayores en un rango de 1-18 a esta investigación y Aguillón & Castillo (1999), Cordoncillo (2013), Sosa *et al.*, (2011), Hernández *et al.*, (2017), Saavedra *et al.*, (2016), Macías (2019), Alonso & Quiroz (2008), Alanís *et al.*, (2014), presentaron cantidades menores en un rango de 7-26 a esta investigación.

En la presente investigación las familias más representadas son Arecaceae y Fagaceae siendo similar a las investigaciones de Sosa *et al.*, (2011) teniendo a Arecaceae, Mimosaceae, Euphorbiaceae y Casuarinaceae y la de Alanís *et al.*, (2014) con Fabaceae, Fagaceae y Oleaceae y a la investigación realizado por Paredes (2017) la cual se asemeja a encontrar la familia Arecaceae como las más representativa, a diferencia de Cordoncillo (2013) que encontró a Bignoniaceae y Caesalpiniaceae, teniendo una similitud con Hernández *et al.*, (2017) al tener Bignoniaceae y Mimosaceae como las más representativas, a diferencia en la investigación de Hernández (2018) se encontró la familia Leguminosae como la más representativa.

Los géneros registrados en las investigaciones indica que Hernández (2018), Paredes (2017), Alanís (2005), presentaron cantidades mayores en un rango de 34-58 a esta investigación y Sosa *et al.*, (2011), Saavedra *et al.*, (2016), Aguillón & Castillo (1999), Alanís *et al.*, (2014), Alonso & Quiroz (2008), Macías (2019), Cordoncillo (2013), Hernández *et al.*, (2017), presentaron cantidades menores en un rango de 17-39 a esta investigación.

En esta investigación, los géneros mejor representados son *Quercus*, *Pinus* y *Washingtonia*, resultados similares a los reportados por Alanís (2005) quien reportó a *Quercus*, *Fraxinus*, *Pinus*, *Citrus* y *Populus* como los más representativos, en cambio en la investigación desarrollada por Hernández (2018) encontró el género *Ficus* con mayor representatividad.

Las especies registradas en las investigaciones indican que Hernández (2018), Alanís (2005), Paredes (2017), Alonso & Quiroz (2008), Aguillón & Castillo (1999), presentaron cantidades mayores en un rango de 5-81 a esta investigación y Aguillón & Castillo (1999), Alanís *et al.*, (2014), Cordoncillo (2013), Sosa *et al.*, (2011), Hernández *et al.*, (2017), Macías (2019), Saavedra *et al.*, (2016), presentando cantidades menores en un rango de 5-32 a esta investigación.

En la investigación presentada las especies que obtuvieron mayor abundancia son *Fraxinus uhdei*, *Quercus virginiana* y *Washingtonia filifera*, a deferencia de Hernández (2018) que obtuvo a *Licani tomentosa* y *Manguifera indica* como las especies más abundantes, Paredes (2017) registró a *Veitchia merrillii*, *Delonix regia* y *Chrysalidocarpus lutescens*, Alanís *et al.*, (2014) encontró a *Fraxinus americana* como la especie que presenta mayor abundancia, *Fraxinus americana*, *Fraxinus uhdei*, *Ligustrum japonicum*, *Sapium sebiferum* y *Ficus benjamina* fueron las especies con mayor abundancia en el trabajo de Aguillón & Castillo (1999).

Las especies con mayor dominancia en esta investigación son *Fraxinus uhdei*, *Quercus virginiana* y *Carya illinoensis*, a diferencia de Hernández (2018) que encontró a *Licania tomentosa* como la especie más dominante.

Las especies *Quercus virginiana*, *Fraxinus uhdei* y *Washingtonia filifera* son la que obtuvieron el valor más alto en la variable de frecuencia, en cambio Alonso & Quiroz (2008) registró a las especies *Ficus benjamina* y *Jacaranda mimosifolia*, la especie con mayor aparición en el trabajo de Hernández *et al.*, (2017) fue *Tecoma stans*, Alanís *et al.*, (2014) registró a *Pithecellobium ebano* y Paredes (2017) obtuvo a las especies *Delonix regia*, *Pinus caribaea*, *Veitchia merrillii* y *Chrysalidocarpus lutescens* como las más frecuentes.

Las especies con mayor peso ecológico fueron *Fraxinus uhdei*, *Quercus virginiana*, *Washingtonia filifera*, *Washingtonia robusta*, *Carya illinoensis*, en

este estudio, a diferencia de las investigaciones de Hernández (2018) con *Mangifera indica*, Macías (2019) *Azadirachta indica*, Alanís *et al.*, (2014) *Fraxinus americana*, *Pithecellobium ebano*, *Prosopis laevigata* y *Casimiroa greggii*.

De las especies registradas en esta investigación, 15 fueron nativas (34.9%) y 28 introducidas (65.1%), estudios similares son el de Alanís (2005), se muestra un (53%) con 61 especies introducidas y un (47%) con 54 especies nativas, mientras que Mines & Villalba (2015) con un porcentaje de 53% introducidas y 47% nativas, Sosa *et al.*, (2011) registraron 63 % de especies introducidas y el 37% nativas, a diferencia del estudio presentado por Anaya (2018) donde encontró 67 especies nativas (53.6%) y 51 introducidas (40.8%).

En la investigación de Alanís *et al.* (2014) se menciona que tuvieron una alta riqueza específica ($D_{Mg}=7.62$) y diversidad ($H'=3.05$), tomando en cuenta esos valores, la riqueza específica de esta investigación es baja con ($D_{Mg}=5.42$) y una diversidad muy baja con ($H'=2.18$), viendo una clara diferencia de resultados, Hernández (2018) obtuvo una alta riqueza específica ($D_{Mg}=40.39$) dado que sobrepasó el valor de 5.0 se considera como indicativo de alta biodiversidad (Margaleff, 1995) cabe mencionar que en la investigación de Hernández (2018) tomó en cuenta los estratos (arbóreo, arbustivo y herbáceo).

Tomando solo árboles nativos en la investigación Alanís *et al.* (2014), el índice de riqueza específica $D_{Mg}=5.80$ y $H'=2.82$, y en esta investigación solo con árboles nativos nos dio un resultado de $D_{Mg}=1.80$ y $H'=.9906$, saliendo muy bajo.

El área de estudio de la presente investigación es de 280,443 m² dando como resultado un promedio de 3.5 m² por habitante, Macías (2019) realizó su estudio teniendo como resultado una superficie de 16,473 m², equivalente a 2.7 m² por habitante, Mena *et al.*, (2011) obtuvo 127, 200 m², equivalentes a 4.82 m² de áreas verdes por habitantes, Jiménez *et al.*, (2013) registró un área de 18,380,500 m² dando un área por habitante de 6.2 m², considerando que solo 7,402,400 m² está disponible para la población y el resto está restringido, no

obstante los promedios están por debajo de lo establecido teniendo déficit de áreas verdes urbanas.

En el área de estudio se registraron árboles con raíces expuestas teniendo el 23% (532 individuos) y el 77% (1779 individuos) no presentan raíces expuestas, en el trabajo de Cordoncillo (2013) encontró el 49% (383 individuos) expuestas y el 51% (395 individuos) no presentaban, de igual forma Hernández *et al.*, (2017) observo un total de 24% con raíces expuestas y el 76% no presento esta condición, teniendo las investigaciones similitud al presentar el porcentaje de árboles con raíces expuestas menor al 50%.

Se registró un 16% (365 individuos) del arbolado con interferencia en el cableado y el 84% (1946 individuos) no presenta esta situación, Cordoncillo (2013) registro el 79% (613 individuos) no presentan interferencia y el 21% de los árboles si presentan interferencia, Hernández *et al.*, (2017) observo que el 78% de los árboles no tenían interferencia y un 22% si presentaban interferencia, presentando un porcentaje menor en nuestra investigación en la interferencia en el cableado.

En la presente investigación se observó que el 10% (232 individuos) presenta heridas y el 90% (2079 individuos) encuentra más de dos daños, Cordoncillo (2013) registro un 15% (119 individuos) con heridas y el 28% (220 individuos) presentaron más de dos daños, Hernández *et al.*, (2017) observo un 16% de su arbolado con heridas, observamos que en las tres investigaciones antes mencionadas tienen el porcentaje menor a 20% teniendo una similitud.

En la clasificación del arbolado se obtuvo un 98.66% (2280 individuos) como bueno, 1.30% (30 individuos) regular y .04% (1 individuo) malo, Cordoncillo (2013) registro con un 62% (483 individuos) la categoría de bueno, en regular obtuvo 35% (272 árboles y solo el 3% (23 individuos) en la categoría de malo, Hernández *et al.*, (2017) categorizo con un 63% con un estado bueno, 34% como regular y un 3% en la categoría de malo, en las investigaciones se tiene una similitud presentando mayor número de individuos en la categoría de buen estado del arbolado.

9. CONCLUSIONES

El arbolado de Linares, Nuevo León se distribuye en una superficie 280,443 m² donde se clasifican en plazas, parque y camellones, en el que se censo un total de 2311 individuos con una composición de 43 especies agrupadas en 39 géneros pertenecientes a 26 familias, siendo la más representativa *Fraxinus uhdei* seguida de *Quercus virginiana*.

Linares presenta un déficit de áreas verdes al contar con 3.5 m².hab, siendo un valor bajo comparado al recomendado por la ONU (entre 9 y 11 m².hab).

El arbolado presenta en su mayoría un estado bueno, en donde las especies nativas destacan por no tener individuos con mal estado y presentar un porcentaje menor en la categoría de estado regular a diferencia de las introducidas.

Una recomendación que se puede dar es la elaboración de una guía técnica silvicultural de las especies encontradas que oriente a los técnicos encargados de los mantenimientos, las características y requerimientos de cada especie, esto contribuiría a un mejor manejo del arbolado del parque.

10. BIBLIOGRAFÍA

- Aguillón, R. L., & Castillo, B. M. E. Z. (1999). Análisis Del Arbolado Urbano Publico en la Ciudad de Linares, NL (1995-1999). Facultad de Ciencias Forestales, UANL.
- Akbari H., Davis S., Dorsano, S., Huang, J., Winnett S. (1992) Cooling our communities: A guidebook on tree planting and light-colored surfacing. U.S.E.P.A., Washington, DC. 217 p.
- Alonso, S. S., & Quiroz, E. F. R. (2008). Dasonomía Urbana del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Observatorio de la Economía Latinoamericana, (97).
- Cano, J. 2007. Introducción a la historia del Urbanismo. Editorial Limusa. México, D. F. México. 238 p.
- Carreiro M., M., Y-C. Song and J. Wu. (2008). Ecology, planning and management of urban forests. International perspectives. Springer Publishers. New York, NY. USA. 468 p.
- Chenoweth, R.E & Gobster, P.H. (1990). The nature and ecology of aesthetic experiences in the landscape. Landscape J. 9:1-18.
- Clifford, H.y W. Stephenson. (1975). An Introduction to Numerical Classification. Academic Press. New York. 229 pp.
- Cook, D.I. 1978. Trees, solid barriers, and combinations: Alternatives for noise control, pp. 330-339. In Hopkins, G. (ed.) Proceedings of the National Urban Forestry Conference, USDA Forest Service, State University of New York College of Environmental Science and Forestry, Syracuse, NY.
- Cordoncillo-Urbina, M. D. C. (2013). Caracterización florística y condición actual del arbolado urbano del parque Luis Alfonso Velásquez Flores de la

ciudad de Managua (Doctoral dissertation, Universidad Nacional Agraria, UNA).

Dwyer, J.F., Schroeder, H.W., & Gobster, P.H. (1991) The significance of urban trees and forests: toward a deeper understanding of values. *J. Arboric.* 17:276-284.

Figuerola, I. (2009). Conectividad y accesibilidad de los espacios abiertos urbanos en Santiago de Chile. Tesis para optar al Grado de Magíster en Asentamientos Humanos y Medio Ambiente. Santiago: Instituto de Estudios Urbanos y Territoriales. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago

González-Claverán, J. O. R. G. E. (1997). Enverdecimiento urbano en la Ciudad de México: Distrito Federal. Áreas Verdes Urbanas en Latinoamérica y el Caribe. Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. Universidad Autónoma de Chapingo, México, 325-341.

Granados, S. y Mendoza, A., Los árboles y el ecosistema urbano, Universidad Autónoma Chapingo. México, 1992. pp 96

Hábitat, O. N. U. (2015). Reporte nacional de movilidad urbana en México 2014-2015. Ciudad de México: ONU Habitat.

Heisler, G. M. (1986). Energy savings with trees. *Journal of Arboriculture.* 12 (5): 113-125., 12(5). pp 113-125.

Heisler, G. M., Grant, R. H., Grimmond, S., & Souch, C. (1995, September). Urban forests—cooling our communities. In *Proceedings of the Seventh National Urban Forest Conference*. Washington, DC: American Forests. pp. 31-34.

- Hernández, M., S., A. (2018). Diversidad, estructura y captura de CO₂ de la flora urbana del municipio de Galeras, departamento de sucre, Colombia. pp 108.
- Hitchings, D. R. (1981). Prontuario de Dasonomía Urbana. Arizona State Land Dept., Forestry Division. The University of Arizona Press & USDA Forest Service. Tucson, AZ. USA. 37 p.
- IDB. (1997). Good practices for urban greening. Washington, D. C.: IDB, ENV. 103.
- INEGI. (2009). Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos. Página Web del Instituto Nacional de Estadística, Geográfica e Información: <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/19/19033.pdf>.
- IUCN. (INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE AND NATURAL RESOURCES). (1994). Putting plans into action. Report of Metropolitan Open Space Systems (MOSS) International Conference, Durban, South Africa, 9-11 February.
- Jiménez J, P., Cuéllar R, G., & Treviño G, E. (2013). Áreas Verdes del Municipio de Monterrey. Estudio de Áreas Verdes del Municipio de Monterrey, 21-21.
- Kuchelmeister, G. (2000). Árboles y silvicultura en el milenio urbano. Unasyuva 200. (51): pp 49-55.
- Maas, J., Van Dillen, S. M., Verheij, R. A., & Groenewegen, P. P. (2009). Social contacts as a possible mechanism behind the relation between green space and health. *Health & place*, 15(2). pp 586-595.

- Martínez, L y Chacalo, A. (1994). Los árboles de la Ciudad de México. UAM, Azcapotzalco. Grupo Editorial Eón. México DF. 351 p.
- McPherson, G. E., Nowak, D. J., & Rowntree, R. A. (1994). Chicago's urban forest ecosystem: results of the Chicago Urban Forest Climate Project. *Gen. Tech. Rep. NE-186. Radnor, PA: US Department of Agriculture, Forest Service, Northeastern Forest Experiment Station. 201 p., 186.*
- Mena, C., Ormazabal, Y., Morales, Y., Santelices, R., & Gajardo, J. (2011). Green area and vegetation cover indexes for Parral City (Chile) using photointerpretation and GIS. *Ciencia Florestal*, 21(3), pp 521-531.
- Nowak, D., Dwyer, J., & Childs, G. (1997). Beneficios y costos de manejo de áreas verdes urbanas. In *Manuscrito para publicación en Anales del Seminario sobre Areas Verdes Urbanas desarrollado en la Ciudad de México* pp. 2-4.
- Ochoa, J.M. (2009). Ciudad, vegetación e impacto climático. El Confort en los espacios urbanos. Erasmus ediciones.
- Olivas-Hernández, N. J., Poveda-Molina, E. E., & Morales, T. A. B. Z. (2017). Diagnóstico de la gestión del arbolado urbano público del parque histórico nacional loma de tiscapa, Managua, Nicaragua. Universidad Nacional Agraria, Managua (Nicaragua); Facultad de Recursos Naturales y del Ambiente.
- ONU (Organización de las Naciones Unidas). 2014. La situación demográfica en el mundo: Informe conciso. Nueva York: Naciones Unidas. Consultado en abril de 2016. <http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/trends/Concise%20Report%20on%20the%20World%20Population%20Situation%202014/es.pdf>

- ONU-Habitat (2015). DENU: División de Estadística de las Naciones Unidas - Base de datos de indicadores de los objetivos de desarrollo del Milenio <http://mdgs.un.org/unsd/mdg/SeriesDetail.aspx?srid=711> obtenido en diciembre 2015.
- Paredes, E. C. (2017). Composición y características del arbolado del Reparto Hermanos Cruz. *Ciencias Forestales y Ambientales*, 2(2). pp174-180.
- PDU. (2006). Plan de desarrollo urbano de Huancayo 2006 – 2011. Gerencia de desarrollo Urbano y Ambiental. Setiembre 2006.
- PNUMA (PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL MEDIO AMBIENTE) (2010). *Perspectivas del medio ambiente: América Latina y el Caribe*. GEO ALC 3. 2010. Disponible en Internet: <http://www.pnuma.org/geo/geoalc3/>
- Ponce Macias, C. J. (2019). Evaluación de áreas verdes y arbolado existente en la zona urbana del cantón Jipijapa (Bachelor's thesis, JIPIJAPA-UNESUM).
- Rivas Torres, D. (2001). *Importancia y ambiente de los bosques y arboles urbanos*. Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo (México).
- Rivas Torres, D. (2000). ÁRBOLSIG: Sistema de Información Geográfica para árboles urbanos.
- Saavedra-Romero, L. D. L., Alvarado-Rosales, D., Patricia, H. D. L. R., Martínez-Trinidad, T., Mora-Aguilera, G., & Villa-Castillo, J. (2016). Condición de copa, indicador de salud en árboles urbanos del Bosque San Juan de Aragón, Ciudad de México. *Madera y bosques*, 22(2). pp 15-27.
- Sacksteder, C. J., & Gerhold, H. D. (1979). guide to urban tree inventory systems. *Research paper (Pennsylvania State University. School of Forest Resources); no. 43*. 52 p

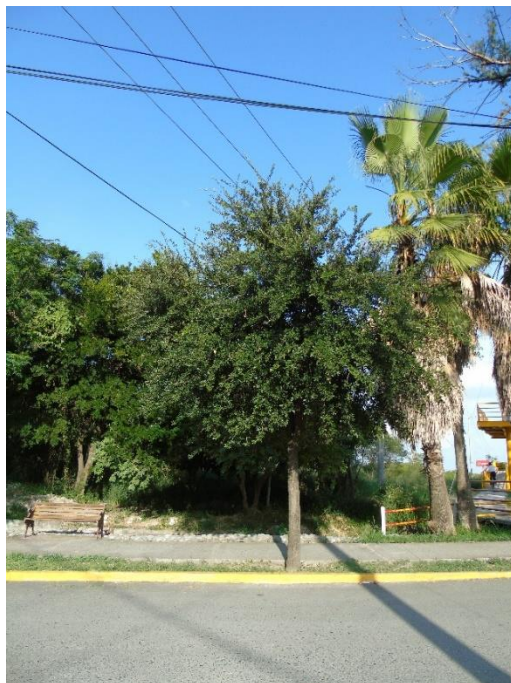
- Sanders, R. A. (1986). Urban vegetation impacts on the hydrology of Dayton, Ohio. *Urban Ecology*, 9(3-4). pp361-376.
- Santacruz, G. N. (2008). Situación del arbolado del Parque Nacional Xicohténcatl, Tlaxcala, México. *Revista Forestal Latinoamericana* 23 (1): 69-89.
- Sarukhán, J. (1981). Algunos principios ecológicos fundamentales en la problemática ecológica urbana. In: Memoria de la Primera Reunión sobre ecología y reforestación urbana.: Subsecretaría Forestal y de la Fauna. Secretaría Agricultura y Recursos Hidráulicos. México, D.F. México. pp. 19-30.
- Schroeder, H. W. (1991). Preference and meaning of arboretum landscapes: Combining quantitative and qualitative data. *Journal of Environmental Psychology*, 11(3). pp 231-248.
- Schroeder, H. W. (1989). Environment, behavior, and design research on urban forests, in *Advances in Environment, Behavior, and Design* (E. H. Zube, and G. L. Moore, eds.), Plenum Press, New York, pp. 87–107.
- SEDESOL. (2017). Informe anual sobre la situación de pobreza y rezago social. http://diariooficial.gob.mx/SEDESOL/2017/Nuevo_Leon_033.pdf
- SHANNON, C. (1948). The mathematical theory of communication. En C. E. Shannon; W. Weaver (Ed). Univ. of Illinois. Press. pp 134-154.
- Smit, J. (1996). Conversación personal.
- Smith, W. H. (1990). The atmosphere and the rhizosphere: Linkages with potential significance for forest tree health. In *Mechanisms of forest response to acidic deposition* (pp. 188-241). Springer, New York, NY.
- Sorensen, M. (1996). Introducción a la creación de áreas verdes urbanas. Banco Interamericano de Desarrollo. Washington, DC. USA. 72 p.

- Sosa-López, M. S. A., Molina-Pelegrín, M. S. Y., Puig-Pérez, I. A., & Riquenes-Valdés, T. E. (2011). Diagnóstico de la situación del arbolado urbano en la ciudad de guisa diagnostic of the urban situation of the tree-lined one in the guisa city. *Revista Forestal Baracoa*, 30, 1. pp 73 – 78.
- Suárez A., S. & E. F. Robles Q. (2008). Dasonomía Urbana del Municipio de Oaxaca de Juárez, Oaxaca. Observatorio de la economía Latinoamericana. 97 p. <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/mx/2008/sarq.htm> (23 de julio de 2011)
- Taylor, D. (1999). Central Park as model for social control: Urban parks, social class and leisure behavior in nineteenth-century America. *Journal of Leisure Research* 31(4): 420-477.
- Tovar-Rodríguez, A. (2005). Disturbios que afectan el desarrollo de las plantas en áreas urbanas. In: Foroughbakhch, R., M. Alvarado, T. Torres y J. Marroquín (eds.). *Tópicos Selectos de Botánica 2, Etnobotánica, Sistemática, Fisiología y Plantas en ambientes urbanos*. Universidad Autónoma de Nuevo León. Monterrey, NL. México. 212 p.
- Turner, M.G. (2005) "Landscape Ecology: What is the state of the science" *Annu.Rev Evol. Syst*, nº 36, p 319-344.

ANEXO FOTOGRÁFICO



Especie: *Fraxinus uhdei*
Ubicación: Parque del Niño



Especie: *Quercus virginiana*
Ubicación: Camellón Puente Honda



Especie: *Washingtonia filifera*
Ubicación: Plaza Juárez



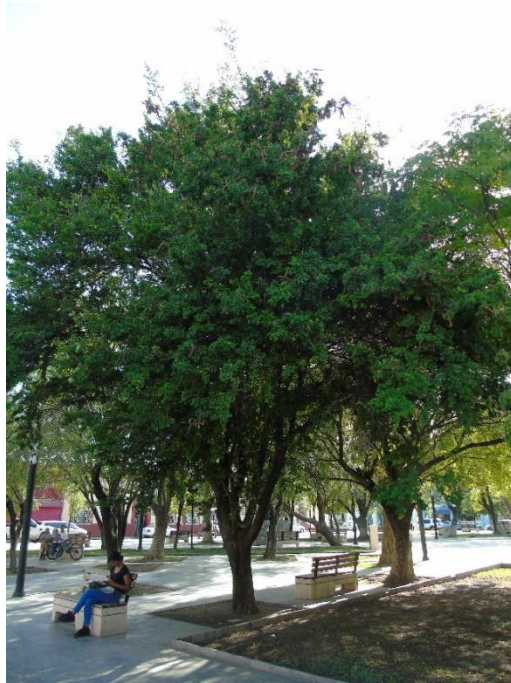
Especie: *Washingtonia robusta*
Ubicación: Gimnasio Municipal



Especie: *Ligustrum japonicum*
Ubicación: Gimnasio Municipal



Especie: *Fallopia japonica*
Ubicación: Camellón Provileón



Especie: *Pithecellobium ebano*
Ubicación: Plaza Juárez



Especie: *Schinus terebinthifolius*
Ubicación: Plaza Provileón



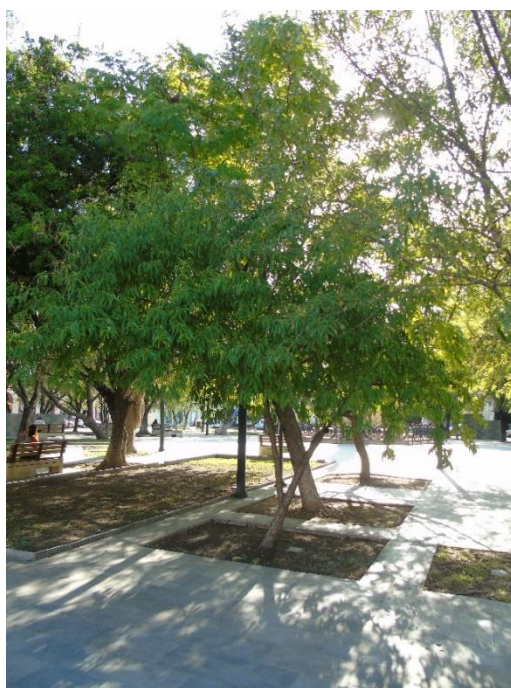
Especie: *Taxodium mucronatum*
Ubicación: Camellón Puente Honda



Especie: *Helietta parvifolia*
Ubicación: Camellón Delphi



Especie: *Ficus microcarpa*
Ubicación: Fraccionamiento los Nogales



Especie: *Prunus persica*
Ubicación: Plaza Juárez



Especie: *Punica granatum*
Ubicación: Parque del Niño



Especie: *Vitex agnus-castus*
Ubicación: Misiones de San Gerardo